

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

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Віталій МІРОШНИКОВ
(підпис) (ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

« 20 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Науково-дослідна робота

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G9 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Динаміка і міцність машин
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістрський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): Фомичов П.О., проф. каф. 102, д.т.н., проф.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри міцності
літальних апаратів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «28» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Віталій МІРОШНІКОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ 
(підпис)

Євген, АРУТЮНЯН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: *Фомичов Петро Олександрович*

Посада: *професор кафедри 102*

Науковий ступінь: *доктор технічних наук*

Вчене звання: *професор*

Перелік дисциплін, які викладає:

- *Міцність літальних апаратів*
- *Розрахунок навантажень на агрегати літака системи FAR*
- *Методи розрахунку ресурсу по профілям типових польотів*
- *Науково дослідна робота*

Напрями наукових досліджень:

- *механіка руйнування*
- *міцність матеріалів*
- *експериментальні дослідження залишкової міцності та ресурсу елементів конструкцій літальних апаратів.*
- *надійність та довговічність авіаційних конструкцій*

Контактна інформація: *p.fomichev@khai.edu, +38097 3886265*

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	<i>1</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i><u>денна</u>: 3 кредитів ЄКТС / 90 годин (32 аудиторних, з яких: лекції – 16, практичні – 16; СРЗ – 58);</i>
Види навчальної діяльності	<i>Лекції, практичні заняття, самостійна робота</i>
Види контролю	<i>Поточний контроль, семестровий контроль – залік</i>
Пререквізити	<i>Теоретична механіка, Механіка матеріалів і конструкцій, Будівельна механіка, Конструкція літальних апаратів</i>
Кореквізити	<i>Проектування літальних апаратів, Технологія виробництва літальних апаратів</i>
Постреквізити	<i>Дипломне проектування, Сертифікація авіаційної техніки</i>

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – Підготовка магістрів до вирішення інженерних та наукових задач з розрахунку експлуатаційних навантажень за профілями типових польотів та забезпечення проектного ресурсу силової конструкції крила літака.

Завдання – Аналіз вимог Норм льотної придатності та галузевих стандартів щодо ресурсу. Вивчення моделей атмосферної турбулентності. Дослідження впливу зміни профілю польоту на довговічність регулярних зон конструкції. Визначення допустимих напружень для забезпечення заданого ресурсу.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі авіаційної та ракетно-космічної техніки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів технічних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність працювати у команді.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- Здатність приймати обгрунтовані рішення.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності (СК або ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність виконувати наукові дослідження в галузі міцності та ресурсу.
- Здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.
- Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та у професійній діяльності.
- Здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів.

Програмні результати навчання (ПРН або РН):

Програмні результати навчання (ПРН):

- *Володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності.*
- *Пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і не фахівцям в ясній і однозначній формі.*
- *Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.*
- *Володіти логікою та методологією наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області.*
- *Дотримуватися вимог галузевих нормативних документів щодо процедур проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки на всіх етапах їх життєвого циклу.*
- *Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості авіаційної та ракетно-космічної техніки.*
- *Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.*
- *Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.*
- *Застосовувати у професійній діяльності сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.*
- *Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.*
- *Мати навички розробки технологічних процесів, в тому числі з застосуванням автоматизованого комп'ютерного проектування.*

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Методологія дослідження експлуатаційної навантаженості

Тема 1. Формування профілів польоту та статистичні дані

- **Стисла анотація:** Постановка задачі наукового дослідження. Формування профілів типового польоту літака транспортної категорії. Встановлення необхідного ресурсу на основі статистичних даних.
- **Лекції:**
 1. Методологія наукових досліджень в механіці руйнування.
 2. Типізація режимів польоту. Вибір найбільш навантаженого (важкого) профілю.
- **Практичні заняття:**
 1. Аналіз вихідних даних для досліджуваного літака. Побудова циклограми польоту.
- **Самостійна робота:** Огляд літератури за темою дослідження.

Тема 2. Моделювання атмосферної турбулентності

- **Стисла анотація:** Стохастична природа навантажень. Модель дискретної атмосферної турбулентності. Використання галузевих стандартів та норм CS/FAR.
- **Лекції:**
 1. Спектральні та дискретні моделі турбулентності.
 2. Функції розподілу ймовірності поривів вітру.
- **Практичні заняття:**
 1. Розрахунок кількості та інтенсивності навантажень від поривів вітру для заданого профілю.
- **Самостійна робота:** Вивчення стандарту «Моделі турбулентності атмосфери».

Тема 3. Розрахунок ресурсу при фіксованій та змішаній експлуатації

- **Стисла анотація:** Методи розрахунку пошкоджуваності. Розрахунок ресурсу при фіксованому профілі та при змішаній експлуатації (мікс місій). Формування відносного нальоту.
- **Лекції:**
 1. Гіпотези підсумовування пошкоджень.
 2. Особливості розрахунку ресурсу при змішаному парку польотів.
 3. Вплив коефіцієнтів надійності (співставлення з даними ЦАГІ).
- **Практичні заняття:**
 1. Розрахунок накопиченого пошкодження для різних варіантів експлуатації.
 2. Визначення еквівалентних напружень.

- **Самостійна робота:** Проведення розрахунків для власного варіанту курсового проєкту.

Змістовний модуль 2. Дослідження шляхів підвищення ресурсу

Тема 4. Забезпечення втомної міцності конструкції крила

- **Стисла анотація:** Аналіз напруженого стану крила. Розрахунки ресурсу конструкції в залежності від рівня допустимих напружень. Вплив концентрації напружень.
- **Лекції:**
 1. Взаємозв'язок статичної та втомної міцності.
 2. Методи визначення допустимих напружень, що забезпечують заданий ресурс.
- **Практичні заняття:**
 1. Аналіз результатів розрахунку напруженого стану (з бакалаврської роботи).
 2. Побудова кривих залежності ресурсу від рівня напружень ($N-\sigma$).
- **Самостійна робота:** Обробка результатів, побудова графіків.

Тема 5. Проектування конструкції з заданим ресурсом

- **Стисла анотація:** Проектувальний розрахунок перерізу крила з умов забезпечення ресурсу. Перевірочний розрахунок перепроєктованого варіанту.
- **Лекції:**
 1. Алгоритм зміни площ перерізів силових елементів для досягнення цільового ресурсу.
 2. Оцінка масових характеристик перепроєктованої конструкції..
- **Практичні заняття:**
 1. Розрахунок необхідних геометричних параметрів перерізу.
 2. Фінальна оцінка ресурсу модернізованої конструкції.
- **Самостійна робота:** Оформлення пояснювальної записки до науково-дослідної роботи.

5. Індивідуальні завдання

У межах дисципліни передбачено виконання курсової роботи:

Курсова науково-дослідна робота: «Дослідження впливу профілів типового польоту на ресурс конструкції». Студент виконує дослідження для конкретного типу літака (задається викладачем). Етапи роботи:

1. Формування блоку навантажень для типового польоту.
2. Розрахунок ресурсу вихідної конструкції (спроектованої за статичною міцністю).
3. Визначення рівня напружень для забезпечення необхідного ресурсу (наприклад, 30 000 або 60 000 год).
4. Перепроєктування перерізу крила (зміна товщин обшивки, площ стрингерів).
5. Аналіз "вагової ціни" підвищення ресурсу.

6. Методи навчання

Проблемно-орієнтовані лекції, практичні заняття з використанням спеціалізованого програмного забезпечення (RESURS), виконання наукового дослідження під керівництвом викладача.

7. Методи контролю

Поточний контроль (захист етапів наукової роботи), підсумковий контроль – Залік. Залік виставляється за результатами захисту курсової науково-дослідної роботи.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання практичних робіт	0...9	4	0...36
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання практичних робіт	0...4	4	0...16
Виконання та захист курсової науково-	0...30	1	0...30

дослідної роботи (індивідуальне завдання)			
Усього за семестр			0...100

Поточний контроль (захист етапів наукової роботи), підсумковий контроль – Залік. Залік виставляється за результатами захисту курсової науково-дослідної роботи.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74) – Студент виконав мінімум досліджень, розрахував ресурс для одного профілю, знає базові методики розрахунку.

Добре (75-89) – Студент виконав дослідження для змішаної експлуатації, обґрунтував рішення щодо перепроєктування конструкції, орієнтується в методах розрахунку.

Відмінно (90-100) – Студент провів глибокий аналіз, порівняв результати з експериментальними даними або аналогами, досконально знає теоретичні основи та нормативну базу.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час виконання курсового проекту здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu.ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Фомичов П. О. Розрахунок на міцність літака. Частина 1. [Електронний ресурс]: конспект лекцій / П. О. Фомичов, А. В. Заруцький, С. Ф. Мандзюк - Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2017. - 165с.
2. <https://mentor.khai.edu/user/index.php?id=2409>

11. Рекомендована література

Базова

1. В. В. Астанін. Основи розрахунків на міцність : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України /. - Харків. - Регіон-інформ : ХФВ "Транспорт України", 2001. - 210 с.
2. О. П. Осташ, В. М. Федірко, В. М. Учанін, С. А. Бичков [та др.] Механіка руйнування та міцність матеріалів : довід. посіб. Т. 9 : Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій; - Львів. - Сполом, 2007. - 1068 с.
3. Рябченко В.М., Кирпикін А.О. Розрахунок навантажень на літальний апарат. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2009.

Допоміжна

1. Фомичов П.О. "Методи розрахунку втомної довговічності елементів авіаконструкцій" (Навчальний посібник), ХАІ, 1992р.
2. Фомичов П. О. Проектування та розрахунок на міцність шасі ресорного типу [Електрон.ресурс]: навч. посібник/П.О. Фомичов, Т.С. Бойко, С.Ф. Мандзюк, Є.Ф. Кучерявий. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. 82 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://k102.khai.edu> - Сайт кафедри міцності літальних апаратів
2. Програмне забезпечення RESURS (розробка каф. 102).
3. Сайт EASA: <https://www.easa.europa.eu>
4. Електронна бібліотека ХАІ: <http://library.khai.edu>