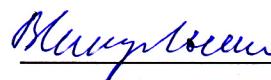


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра № 102 “Міцності літальних апаратів”

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 В.Т. Сікульський  
«31» 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Науково-дослідна робота**

**Курсова робота.**

**Дослідження впливу профілей типового польоту на ресурс конструкції**

**Галузь знань:**

13 Механічна інженерія  
(шифр і назва галузі знань)

**Спеціальність:**

134 Авіаційна та ракетно космічна техніка

**Освітні програми:**

«Випробування та сертифікація літальних апаратів»

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Харків 2021 рік**

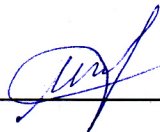
Розробник д.т.н., професор Фомичов П.О.



Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Міцності літальних апаратів

Протокол № 2 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри міцності  
літальних апаратів д.т.н., професор



В.Ю. Мірошніков

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                   | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                        | Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання) |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Кількість кредитів – 2                                    | Галузь знань:<br><br>13. Механічна інженерія                                                            | Обов'язкова                                                 |
| Кількість модулів – 1                                     |                                                                                                         | Навчальний рік                                              |
| Кількість змістовних модулів – 1                          |                                                                                                         | 2021/2022                                                   |
| Індивідуальне завдання –                                  | Спеціальність:<br><br>131 «Прикладна механіка»<br>134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»           | Семестр                                                     |
| Загальна кількість годин – 60                             |                                                                                                         | 1-й                                                         |
| Семестр 1                                                 |                                                                                                         | Лекції*                                                     |
| аудиторних 24 год.<br>самостійної роботи студента 36 год. | Освітня програма:<br><br>Динаміка і міцність машин,<br>Випробування та сертифікація літальних апаратів, |                                                             |
|                                                           |                                                                                                         | Практичні, семінарські*                                     |
|                                                           |                                                                                                         | 24 год.                                                     |
|                                                           | Рівень вищої освіти:<br><br>другий (магістерський)                                                      | Лабораторні*                                                |
|                                                           |                                                                                                         |                                                             |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання:       |                                                                                                         | Самостійна робота                                           |
|                                                           |                                                                                                         | 36 год.                                                     |
| аудиторних – 2<br>самостійної роботи студента – 1.75      |                                                                                                         | Вид контролю                                                |
|                                                           |                                                                                                         | залік                                                       |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 24/36.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

МЕТОЮ курсу є підготовка магістрів до вирішення інженерних задач по розрахункам експлуатаційних навантажень за профілями типових польотів і забезпеченню проектного ресурсу силової конструкції крила літака.

ЗАДАЧІ курсу полягають у вивченні магістрами вимог Норм льотної придатності, галузевих стандартів, моделей турбулентності атмосфери, довговічності регулярних зон конструкції крила, як найбільш навантаженого агрегату конструкції, за профілями типових польотів, допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс конструкції, що проектується.

**Компетентності, які набуваються:** здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і інженерних дисциплін; здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

**Очікувані результати навчання:** вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи. виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин; оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.

**Переквізити** – передбачається, що здобувачі вже володіють необхідними знаннями і вміннями з вищої математики, фізики, будівельної механіки, розрахунків на міцність і ресурс, конструкції літаків, методом скінчених елементів.

**Кореквізити** – знання дисципліни використовується при написанні дипломної роботи.

## 3. Програма навчальної дисципліни

**Модуль.** Сучасні методи забезпечення втомної міцності авіаційних конструкцій.

**Тема 1.** Формування профілей типового польоту літака транспортної категорії. Встановлення необхідного ресурсу конкретного літака для кожного магістра за статистичними даними.

**Тема 2.** Модель дискретної атмосферної турбулентності. Галузевий стандарт «Моделі турбулентності атмосфери».

**Тема 3.** Розрахунок ресурсу при фіксованому профілю типового польоту літака.

**Тема 4.** Розрахунок ресурсу при змішаній експлуатації літака.

**Тема 5.** Формування відносного нальоту на профілях типових польотів в умовах змішаної експлуатації літака.

**Тема 6.** Розрахунки ресурсу конструкції крила за окремими профілями типових польотів на підставі напруженого стану крила конкретного літака для кожного магістра, що було спроектовано у бакалаврській роботі за вимогами статичної міцності.

**Тема 7.** Висновки відносно ресурсу конструкції, що було спроектовано у бакалаврській роботі за вимогами статичної міцності.

**Тема 8.** Вибір найбільш важкого профілю із прийнятих профілей типових польотів.

**Тема 9.** Розрахунки ресурсу конструкції крила в залежності від рівня допустимих напружень в елементах конструкції.

**Тема 10.** Співпоставлення результатів розрахунків ресурсу конструкції із експериментальними даними ЦАГІ для коефіцієнту надійності, що дорівнює трьом.

**Тема 11.** Розрахунки допустимих напружень, що забезпечують ресурс конструкції при змішаній експлуатації за прийнятими профілями типових польотів.

**Тема 12.** Проектувальний розрахунок напруженого стану перерізу крила конкретного літака із умов забезпечення потрібного ресурсу конструкції.

**Тема 13.** Перевірочний розрахунок напруженого стану перепроєктованого крила із умов втомної міцності.

**Тема 14.** Розрахунки ресурсу конструкції перепроєктованого крила для кожного окремого профіля типового польоту.

**Тема 15.** Розрахунки ресурсу конструкції перепроєктованого крила при змішаній експлуатації літака.

**Тема 16.** Формування висновку що до ресурсу крила конкретного літака в умовах змішаної експлуатації за декількома профілями типових польотів.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                             | Кількість годин |              |   |     |     |      |              |   |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|---|----|----|----|----|
|                                                                                                                                                           | денна форма     |              |   |     |     |      | заочна форма |   |    |    |    |    |
|                                                                                                                                                           | усього          | у тому числі |   |     |     |      |              |   |    |    |    |    |
|                                                                                                                                                           |                 | л            | п | лаб | інд | с.р. |              |   |    |    |    |    |
| 1                                                                                                                                                         | 2               | 3            | 4 | 5   | 6   | 7    | 8            | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| <b>Модуль 1</b>                                                                                                                                           |                 |              |   |     |     |      |              |   |    |    |    |    |
| <b>Модуль. Проблеми забезпечення втомної міцності крила літака.</b>                                                                                       |                 |              |   |     |     |      |              |   |    |    |    |    |
| Тема 1 . Формування профілей типового польоту літака транспортної категорії. Встановлення необхідного ресурсу конкретного літака за статистичними даними. | 3               |              | 2 |     |     | 1    | –            | – | –  | –  | –  | –  |
| Тема 2 . Модель дискретної атмосферної турбулентності. Галузевий стандарт «Моделі турбулентності атмосфери».                                              | 3               |              | 2 |     |     | 1    | –            | – | –  | –  | –  | –  |
| Тема 3. Розрахунок ресурсу при фіксованому профілю типового польоту літака.                                                                               | 4               |              | 2 |     |     | 2    |              |   |    |    |    |    |
| Тема 4. Розрахунок ресурсу при змішаній експлуатації літака.                                                                                              | 4               |              | 2 |     |     | 2    |              |   |    |    |    |    |
| Тема 5. Формування відносного нальоту на профілях типових польотів в умовах змішаної експлуатації літака.                                                 | 4               |              | 2 |     |     | 2    |              |   |    |    |    |    |
| Тема 6. Розрахунки                                                                                                                                        | 4               |              | 2 |     |     | 2    |              |   |    |    |    |    |

|                                                                                                                                                                                                      |   |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|
| ресурсу конструкції крила за окремими профілями типових польотів на підставі напруженого стану крила конкретного літака, що було спроектовано у бакалаврській роботі за вимогами статичної міцності. |   |  |   |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
| Тема 7. Висновки відносно ресурсу конструкції, що було спроектовано у бакалаврській роботі за вимогами статичної міцності.                                                                           | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Вибір найбільш важкого профілю із прийнятих профілей типових польотів.                                                                                                                       | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 9. Розрахунки ресурсу конструкції крила в залежності від рівня допустимих напружень в елементах конструкції.                                                                                    | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 10. Співставлення результатів розрахунків ресурсу конструкції із експериментальними даними ЦАГІ для коефіцієнту надійності, що дорівнює трьом.                                                  | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 11. Розрахунки допустимих напружень, що забезпечують ресурс конструкції при змішаній експлуатації за прийнятими профілями типових польотів.                                                     | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 12. Проектувальний розрахунок напруженого стану перерізу крила конкретного літака із умов забезпечення потрібного ресурсу конструкції.                                                          | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 13. Перевірочний розрахунок напруженого стану перепроєктованого крила із умов втомної міцності.                                                                                                 | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 14. Розрахунки                                                                                                                                                                                  | 4 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |

|                                                                                                                                              |    |  |    |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|--|--|----|--|--|--|--|--|--|
| ресурсу конструкції перепроєктованого крила для кожного окремого профіля типового польоту.                                                   |    |  |    |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
| Тема 15. Розрахунки ресурсу конструкції перепроєктованого крила при змішаній експлуатації літака.                                            | 4  |  | 2  |  |  | 2  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 16. Формування висновку що до ресурсу крила конкретного літака в умовах змішаної експлуатації за декількома профілями типових польотів. | 2  |  | 2  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
| Разом із модулем 1                                                                                                                           |    |  | 24 |  |  | 36 |  |  |  |  |  |  |
| Усього годин                                                                                                                                 | 60 |  | 24 |  |  | 36 |  |  |  |  |  |  |

#### 5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми     | Кількість годин |
|-------|----------------|-----------------|
| 1     | Не передбачено |                 |
| 2     |                |                 |

#### 6. Теми практичних занять

Співпадають із темами структури навчальної дисципліни

#### 7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми     | Кількість годин |
|-------|----------------|-----------------|
| 1     | Не передбачено |                 |

#### 8. Самостійна робота

Співпадають із темами структури навчальної дисципліни для кожного здобувача зі завданням йому літаком.

#### 9. Індивідуальні завдання

Співпадає із самостійною роботою для конкретного літака, що кожному здобувачу було задано окремо.

#### 10. Методи навчання

Проведення практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники, програмне забезпечення).

#### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді диференційного заліку.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

| Складові навчальної роботи          | Бали за одне заняття (завдання) | Кількість занять (завдань) | Сумарна кількість балів |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Модуль</b>                       |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист практичних робіт | 0...1,5                         | 16                         | 0... 24                 |
| Модульний контроль                  | 0...10                          | 1                          | 0...10                  |
| Виконання і захист КР               | 0...16                          | 1                          | 0...66                  |
| <b>Усього за семестр</b>            |                                 |                            | <b>0...100</b>          |

Семестровий залік проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних питань та одної практичної задачі. Кожен теоретичне питання оцінюється в двадцять п'ять балів, а практична задача – в п'ятдесят балів.

Необхідним для складання заліку є виконання курсової роботи по визначенню ресурсу за профілями типових польотів конкретного літака.

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи. Вміти самостійно давати характеристику методів розрахунків втомної міцності авіаційних конструкцій.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Орієнтуватися у методах розрахунків.

**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати технології, які використовуються при проектуванні агрегатів авіаційних конструкцій. Вміти формулювати метод розрахунку інженерних задач забезпечення втомної міцності авіаційних конструкцій.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

## 13. Методичне забезпечення

- Евсеев Л.А., Миронов К.В., Фомичев П.А. «Расчет шасси самолета на прочность» (Учебное пособие), ХАИ, 1988г. Наявність в бібліотеці – Б 357, наявність на кафедрі – К 22.  
[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Fomichev\\_Proektirovanie\\_I\\_Raschet.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Fomichev_Proektirovanie_I_Raschet.pdf)
- Фомичев П.А. Программное обеспечение расчетов ресурса конструкции по профилю типового полета RESURS, ХАИ, 2017г.

## 14. Рекомендована література

### 14.1 Базова.

- Фомичев П. А. Расчет на прочность самолета. Часть 1. [Электронный ресурс]: конспект



лекций / П. А. Фомичев, А. В. Заруцкий, С. Ф. Мандзюк – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2017. – 165с. –  
[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Fomichev\\_Raschet na Prochnost. pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Fomichev_Raschet_na_Prochnost.pdf)

2. Фомичев П. А. Расчет ресурса авиационной техники. [Электронный ресурс]: конспект лекций. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2017. – 50с.

3. Сопротивление усталости элементов конструкций./ А.З.Воробьев, Б.И.Олькин, В.Н.Стебеньев и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 240с.

4. Нормы летной годности FAR.25, CS.25.

#### **14.2 Допоміжна**

1. Фомичев П.А. «Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций» (Учебное пособие), ХАИ, 1992г. Наявність в бібліотеці – Б 1, наявність на кафедрі – К 64.

2. Фомичев П.А. «Теоретические основы расчетов долговечности при нерегулярном нагружении» (Учебное пособие), ХАИ, 1992г. Наявність в бібліотеці – Б 1, наявність на кафедрі – К 49.

### **15. Інформаційні ресурси**

[k102@khai.edu](mailto:k102@khai.edu) - Сайт кафедри

<https://avia.gov.ua> – Державна авіаційна служба України

<https://www.easa.europa.eu> – Европейское агентство авиационной безопасности

<https://www.faa.gov/> – Федеральное управление гражданской авиации США