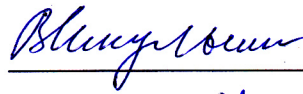


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра № 102 “Міцності літальних апаратів”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Сікульський В.Т.
«31» 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Переддипломний курс.

Сучасні методи розрахунків ресурсу авіаційних конструкцій

Галузь знань:

13 Механічна інженерія
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність:

134 Авіаційна та ракетно космічна техніка

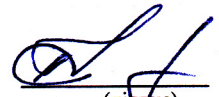
Освітні програми:

«Випробування та сертифікація літальних апаратів»

Рівень вищої освіти:
другий (магістерський)

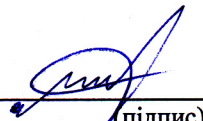
Харків 2021 рік

Розробник: доктор техн.. наук, професор Фомичов П.О.
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри міцності літальних апаратів.
Протокол № 2 від “ 30 ” 08 2021р.

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


(підпис)

В.Ю.Мірошніков
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників		Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 4.5		Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Нормативна	
Модулів – 2			Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2				
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)			2021/2022	
			Семестр	
			2-й	
Загальна кількість годин – 135		Спеціальність (професійне спрямування) <u>131 «Прикладна механіка»</u> , <u>134 «Авіаційна та ракетокосмічна техніка»</u> (шифр і назва)	Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи – 6.44			16 год.	
Семестр 10			Практичні	
аудиторних-32 год.	Самост. роботи - 103 год.	Освітні програми: «Динаміка і міцність машин» «Випробування та сертифікація літальних апаратів»	16 - год.	
			Лабораторні	
			Не передбачено	
		Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Самостійна робота	
			89 - год.	
			Індивідуальна робота	
			14	
			Вид контролю	
			Залік	

Примітка

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

для денної форми навчання – 32/103.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Об'єкт вивчення – статична і втомна міцність силової конструкції літального апарату в умовах експлуатації.

Завдання вивчення навчальної дисципліни є методи розрахунків навантажень і міцності агрегатів легкого літака згідно Норм льотної придатності FAR.23, CS-VLA, довговічності та ресурсу силових конструкцій, а також експериментальні методи досліджень міцності і ресурсу.

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.

Пререквізити – Навчання з дисципліни базується на знанні фізики, теоретичної механіки, матеріалознавства, математики, механіки матеріалів, аеродинаміки, механіки конструкцій, конструкції літальних апаратів та технології їх виготовлення.

Кореквізити – Знання дисципліни використовується при вивченні проектування літальних апаратів та технології їх виробництва.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Сучасні методи забезпечення втомної міцності авіаційних конструкцій.

Змістовий модуль 1. Проблеми забезпечення втомної міцності.

Тема 1. Механізм втомного руйнування металів. Втомні і циклічні деформаційні характеристики матеріалів. Критерії втомного руйнування.

Тема 2. Довговічність авіаційних конструкцій, принципи проектування, регулярні та нерегулярні зони конструкції.

Тема 3. Живучість авіаційних монолітних та збірних конструкцій. Підходи механіки руйнування. Коефіцієнт інтенсивності напружень. Рівняння Періса.

Тема 4. Розсіяння втомних характеристик. Статистичні підходи при розрахунках довговічності. Вплив якості обробки поверхні на довговічність. Визначення коефіцієнтів надійності при розрахунку ресурсу конструкції.

Модуль 2. Сучасні методи розрахунків ресурсу авіаційних конструкцій.

Змістовий модуль 2. Розрахунки ресурсу агрегату літака за профілем типового польоту.

Тема 5. Поняття про ефективний коефіцієнт концентрації напруг. Розрахункове та експериментальне визначення ефективного коефіцієнта концентрації. Застосування методу скінченних елементів.

Тема 6. Формування профілю типових навантажень агрегату авіаційної конструкції літака. Галузевий стандарт «Моделі турбулентності атмосфери». Дискретна і безперервна моделі атмосферної турбулентності.

Тема 7. Методи розрахунків довговічності елементів авіаконструкцій за номінальним і локальним напружено деформованим станом.

Тема 8. Розрахунок допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс літака. Формування програми ресурсних випробувань конструкції.

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
Модуль 1												
Модуль 1. Проблеми забезпечення втомної міцності.												
Тема 1 . Механізм втомного руйнування.	13	2		2		9	–	–	–	–	–	–
Тема 2 . Довговічність авіаційних конструкцій, принципи проектування.	13	2		2		9	–	–	–	–	–	–
Тема 3 . Живучість тонкостінних монолітних та збірних конструкцій. Підходи механіки руйнування.	19	2		2		15						
Тема 4 . Розсіяння втомних характеристик. Статистичні підходи при розрахунках довговічності.	17	2		2		13						
Разом зі змістовим модулем 1	62	8		8		46						
Модуль 2. Розрахунки навантажень і ресурсу крила літака за профілем типового польоту.												
Тема 5. Поняття про ефективний коефіцієнт концентрації напруг. Розрахункове та експериментальне визначення ефективного коефіцієнта концентрації. Застосування методу скінченних елементів.	12	2		2		8						
Тема 6. Формування профілю типових	16	2		2		12						

навантажень агрегату авіаційної конструкції літака. Галузевий стандарт «Моделі турбулентності атмосфери». Дискретна і безперервна моделі атмосферної турбулентності.												
Тема 7. Методи розрахунків довговічності елементів авіаконструкцій за номінальним і локальним напружено деформованим станом.	14	2		2		10						
Тема 8. Розрахунок допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс літака. Формування програми ресурсних випробувань конструкції.	17	2		2		13						
Разом зі змістовим модулем 2	59	8		8		43						
Усього годин	135	16		16	14	89						

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Обробка результатів втомних випробувань за методом найменших квадратів. Криві втоми Велера, Кофіна, Менсона.	2
2	Розрахунок еквівалентних напружень за коефіцієнтом асиметрії та видом напружено деформованого стану.	2
3	Розрахунок довговічності при програмованому навантаженні. Гіпотези сумування втомних пошкоджень.	2
4	Ефективні та теоретичні коефіцієнти концентрації напруг, методи їх розрахунків.	2
5	Розрахунок довговічності регулярних зон крила літака по циклограмі навантаження.	2

6	Розрахунок довговічності регулярних зон крила літака за інтегральною повторюваністю перевантажень.	2
7	Розрахунок довговічності поперечного стику панелей крила літака.	2
8	Розрахунок допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс крила літака.	2
	Усього годин	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Механізм втомного руйнування.	9
2	. Довговічність авіаційних конструкцій, принципи проектування.	9
3	Живучість тонкостінних монолітних та збірних конструкцій. Підходи механіки руйнування.	15
4	Статистичні підходи при розрахунках довговічності.	13
5	Визначення ефективного коефіцієнту концентрації напруг.	8
6	Розрахунок ресурсу крила неманеврового літака за профілем типового польоту.	12
7	Метод розрахунку довговічності елементів авіаконструкцій по номінальній напрузі.	10
8	Розрахунок допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс літака.	13
	Разом	89

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Формування профілю типового польоту літака відповідно до завдання на дипломне проектування.	2
2	Розрахунок довговічності регулярних зон крила літака, що було спроектовано в бакалаврській роботі.	4
3	Розрахунок допустимих напружень, що забезпечують проектний ресурс крила літака, завданого на дипломне проектування.	2
4	Розрахунок довговічності поперечного стику панелей крила літака.	6
	Разом	14

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

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

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0... 20
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...18	1	0...18
Виконання і захист РГР (РР, РК)	0...16	1	0...16
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (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.

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. Вміти вибирати раціональний метод для задачі, яка вирішується.

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 назових і 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

1. 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.
2. Фомичев П. А. Проектирование и расчет на прочность шасси рессорного типа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / П. А. Фомичев, Т. С. Бойко, С. Ф. Мандзюк, Е. Ф. Кучерявый. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 82 с. – http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Fomichev_Proektirovanie_I_Raschet.pdf
3. Фомичев П.А., Мандзюк С.Ф. Программное обеспечение расчетов шасси рессорного типа PROGIB, SHASSI, PRORES, ХАИ, 2017г.

14. Рекомендована література

14.1 Базова.

1. 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
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. Соппротивление усталости элементов конструкций./ А.З.Воробьев, Б.И.Олькин, В.Н.Стебенев и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 240с.
4. Р.Б. Хэйвуд. Проектирование с учетом усталости. – М.: Машиностроение, 1969. – 504с.
5. Дж. Тейлор. Нагрузки, действующие на самолет. – М.: Машиностроение, 1971. – 372с.
6. Нормы летной годности CS-VLA, CS.23.

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 - 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