

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

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

Цирюк О.А.
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Міцність літальних апаратів

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування спеціальності)

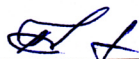
Освітні програми: Ракетні та космічні комплекси
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

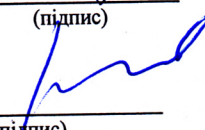
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: професор, д. т. н. П.О.Фомичов
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

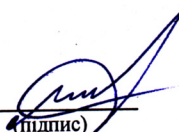
ст. викладач К.В. Миронов
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри міцності літальних апаратів
(назва кафедри)

Протокол № 2 від « 30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д. т. н., професор
(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

В.Ю.Мірошніков
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів 4+2=6	<u>Галузь знань</u> 13 Механічна інженерія <u>Спеціальності</u> 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка <u>Освітні програми</u> Ракетні та космічні комплекси Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки (за вибором)
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2020/2021
Індивідуальна робота (курсовий проект) - 60		Семестр
Загальна кількість годин – 180 аудиторних - 88		7-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 5,75		24 години
		Практичні, семінарські*
		64 - годин
		Лабораторні*
		-годин
		Самостійна робота
		92 години
		Вид контролю
	диф.залік іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 88/92.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – дати студентам знання та уміння розрахунку на міцність елементів конструкцій.

Завдання – вивчення методів забезпечення міцностних вимог до елементів конструкції при проектуванні літальних апаратів.

Компетентності, які набуваються: Здатність приймати обґрунтовані рішення, Здатність проводити розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність; Здатність призначати матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки; Здатність проектувати та проводити випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

Очікувані результати навчання: Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу; Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки; Описувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів та конструкцій.

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

Кореквізити – Знання дисципліни «Міцність літальних апаратів» використовується при вивченні проектування ЛА та технології їх виробництва.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Розрахунок на міцність агрегатів літальних апаратів.

ТЕМА 1. Фізична та геометрична нелінійність деформування стрингера.

Вплив втрати стійкості на деформування стрингера. Методи врахування геометричної нелінійності. Фізична нелінійність. Діаграма Клапейрона.

ТЕМА 2. Нормальні та дотичні напруження при розрахункових навантаженнях.

Визначення нормальних напружень в перерізі корпусу ЛА. з врахуванням фізичної та геометричної нелінійності деформування. Дискретна модель для стрингерного та безстрингерного відсіків. Метод редукційних коефіцієнтів. Використання діаграми Клапейрона. Визначення дотичних напружень. Дотичний модуль пружності. Формулювання висновку міцності.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Розрахунок на міцність шпангоутів та крила літального апарата.

ТЕМА 3. Міцність шпангоутів.

Рядові та силові шпангоути. Навантаження рядових шпангоутів. Питома жорсткість рядових шпангоутів. Умови міцності. Методи розрахунку. Навантаження силових шпангоутів. Врівноваження. Побудова епюр внутрішніх зусиль. Проектування поперечного перерізу.

ТЕМА 4. Навантаження крила літального апарату.

Конструкційні схеми конструкції крила. Розрахункові схеми. Визначення зусиль, діючих на крило.

ТЕМА 5. Міцностний розрахунок крила.

Міцностні вимоги до конструкції крила. Граничні стани та умови міцності для силових елементів крила. Визначення основних параметрів силових елементів крила.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Розрахунок на міцність корпусу ЛА.

ТЕМА 6. Курсовий проект.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Розрахунок на міцність агрегатів літальних апаратів					
Тема 1. Фізична та геометрична нелінійність деформування стрингера	20	4	6		10
Тема 2. Нормальні та дотичні напруження при розрахункових навантаженнях	25	6	8		11
Модульний контроль	7		2		5
Разом за змістовим модулем 1	52	10	16		26
Змістовий модуль 2. Розрахунок на міцність крила літального апарата					
Тема 3. Міцність шпангоутів	19	4	4		11
Тема 4. Навантаження крила літального апарату	21	6	4		11
Тема 5. Міцностний розрахунок крила	21	4	4		11
Модульний контроль	7		2		5
Разом за змістовим модулем 2	68	14	16		38
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Розрахунок на міцність корпусу ЛА					
Курсовий проект	60		32		28
Усього годин	180	24	64		92

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
	Не плануються	-

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок нормальних та дотичних напружень при лінійному деформуванні методом редукційних коефіцієнтів	4

2	Метод редукційних коефіцієнтів при нелінійному деформуванні	4
3	Побудова епюр внутрішніх зусиль в корпусі літального апарату	2
4	Розрахунок важільної системи навантаження л.а.	2
5	Консультація та перевірка обсягу виконання студентами курсового проекту з дисципліни «Міцність літальних апаратів»	32
6	Модульний контроль	4
7	Визначення критичних напружень	2
8	Визначення модуля зсуву	2
9	Числове визначення нормальних та дотичних напружень в корпусі ЛА при лінійному деформуванні	2
10	Розрахунок місцевого тиску на поверхні консолі крила	2
11	Розрахунок місцевого тиску по головній частині корпусу	2
12	Побудова епюр внутрішніх зусиль по лонжеронам крила	2
13	Визначення геометричних параметрів силових елементів конструкції крила за умов міцності	2
14	Зали статичних випробувань	2
	Разом	64

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не плануються	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Нормальні та дотичні напруження при розрахункових навантаженнях	16
2	Міцність шпангоутів	16
3	Навантаження крила літального апарату	16
4	Міцностний розрахунок крила	16
5	Виконання курсового проекту на тему «Розрахунок на міцність корпусу ЛА»	28
	Разом	92

9. Індивідуальні завдання

Варіанти завдання по курсовому проекту по курсу «Міцність літальних апаратів»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних занять, індивідуальних консультацій, самостійна та індивідуальна робота здобувачів.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, перевірка звітів з лабораторних робіт, перевірка виконання етапів курсового проектування, фінальний контроль у вигляді іспитів та диференціального заліку з курсового проекту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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 і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Модульний контроль	0...11	1	0...11
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Виконання і захист РР	0...11	1	0...11
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань (по 30 балів), та одного практичного запитання (40 балів).

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні та домашні завдання. Виконати та захистити розрахункову роботу. Одержати мінімальні оцінки по контрольним роботам модульного контролю.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань. Виконати всі завдання та захистити лабораторні роботи з оцінкою «добре». Вміти визначити параметри напружено-деформованого стану елементів конструкції корпусу л. а.

Відмінно (90-100). Одержати оцінки протягом семестру не нижче 90 балів. Повно знати основний матеріал. Орієнтуватися в методах розрахунку на міцність. Вміти формувати висновок про міцність та його обґрунтовувати.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту:

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 20	до 50	100

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. Львов М.П. Прочность силового шпангоута. Учебное пособие. Харьков, ХАИ, 1985 г. Б=0єкз. К=15єкз.
2. Львов М.П. Проектировочный расчет сжатого отсека корпуса ЛА. Харьков, ХАИ., 1985 г. Б=0єкз. К=40єкз.
3. Львов М.П. Нагрузки на летательный аппарат в расчетных режимах. Харьков, ХАИ, 1991 г. Б=0єкз. К=39єкз.
4. Львов М.П. Лабораторный практикум по прочности ЛА. Учебное пособие, Харьков, ХАИ, 1990 г. Б=0єкз. К=15єкз.
5. Львов М.П. Подбор параметров силовых элементов крыла по условиям прочности. Учебное пособие, Харьков, ХАИ, 1995 г. Б=0єкз. К=18єкз.
6. Рябченко В.М. «Сертификация авиационной техники в Украине» Харьков, ХАИ, 2013 214 стр.

14. Рекомендована література

Базова

1. Фигуровский В.И. Расчет на прочность беспилотных аппаратов. М.Машиностроение. 1973 г., 359 стр., Б-17.
2. Авдонин А.С., Фигуровський В.И. "Расчет на прочность ЛА" М. "Машиностроение", 1990 год, 440 стр., Б-141.
3. Прочность ракетных конструкций. Под редакцией В.И.Мосаковского. М., Высшая школа. 1990 г., 360 стр. Б-10.

Допоміжна

1. Балабух Л.И., Алфутон Н.А., Усюкин В.И. "Строительная механика ракет". М. "Высшая школа" 1994 г., 391 стр. (часть II), Б-36.

2. Лизин В.Т., Пяткин В.А. "Проектирование тонкостенных конструкций". М. "Машиностроение", 1997 г., 344 стр., Б-17.
3. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. М. Машиностроение 1973 г., 618 стр., Б-12.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k102@d1.khai.edu