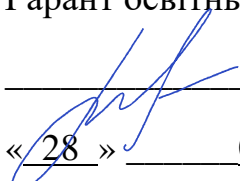


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 М. А. Шевцова
« 28 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ПРОЕКТУВАННЯ КОМПОЗИТНИХ КОНСТРУКЦІЙ АРКТ (КП)

(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Проектування та виробництво композитних конструкцій
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: Кривенда С.П., доцент каф. №403, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри композитних конструкцій та авіаційного матеріалознавства (№403)

Протокол № 1 від 28.08.2021 р.

Завідувач кафедри, к.т.н., професор


(підпис)

М. А. Шевцова

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 2	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>134 «Авіаційна і ракетно-космічна техніка»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Цикл професійної підготовки за вільним вибором студента
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 1		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>КП</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 32/60		<u>1</u> -й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 1,75		–
		Практичні, семінарські*
		<u>32</u> години
		Лабораторні*
	–	
	Самостійна робота	
	<u>28</u> годин	
	Вид контролю	
	диференційний залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 32/28.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: підтвердити достатній рівень знань, умінь та компетенцій, щоб виконати роботу інженерно-технічного спрямування, пов'язану з проектуванням композитної конструкцій середньої складності.

Завдання: спроектувати конструкцію композитного крила (або іншого агрегату за погодженням з викладачем) літака легкого (надлегкого) класу.

Компетентності, які набуваються: початкові навички стосовно проектування композитної конструкції середньої складності.

Результати навчання: засвоєння матеріалу повинно дати можливість знати:

- функціональні особливості агрегатів ЛА та вимоги до них;
- принципи конструювання, що використовуються при проектуванні елементів конструкції ЛА із КМ;
- моделі для проектування агрегатів ЛА із КМ;
- методики проектування агрегатів ЛА із КМ;

вміти:

- формувати конструктивно-силову схему ЛА;
- враховувати особливості технологічного процесу виробництва елементів конструкції із КМ під час вибору їх конструктивно-силової схеми;
- обґрунтовувати вибір компонентів КМ для елементів конструкції ЛА із КМ;
- підбирати варіанти силових схем агрегатів з урахуванням експлуатаційних і технологічних вимог, а також вимог об'ємного та силового ув'язування;
- формувати конструкцію в місцях структурної неоднорідності планеру літака;

мати уявлення:

- про вплив статичної деформації крила від згину та скручування на експлуатаційні характеристики ЛА;
- про методи захисту елементів конструкції агрегатів від впливу зовнішнього середовища.

Пререквізити – «Інженерні основи авіаційної та ракетно-космічної техніки», «Механіка конструкцій з композитів», «Міцність конструкцій з композитів», «Загальні принципи проектування в техніці», «Конструювання і проектування виробів з композитів АРКТ», «Розрахунок і проектування з'єднань композитних конструкцій», «Технологія виробництва виробів з композитів».

Кореквізити – «Оптимальне проектування конструкцій із композитів», «Чисельні методи в інженерних розрахунках», «Автоматизовані методи виробництва композитних конструкцій».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Конструкція та проектування крила ЛА із КМ (курсний проект).

Тема 1. Призначення та вимоги до крила. Основне та додаткові призначення крила. Експлуатаційні, конструктивні та технологічні вимоги до крила.

Тема 2 Первинна оцінка силової структури крила відповідно до його геометрії, компонування (паливні баки, елементи механізації корила, та керування літаком, експлуатаційне членування). Визначення розміщення лінії жорсткості крила.

Тема 3. Нормування навантаження на крило. Визначення розподілу аеродинамічних сил та сил інерції. Побудова епюр внутрішніх силових факторів.

Тема 4. Визначення параметрів основних елементів крила в регулярній зоні. Визначення параметрів лонжеронів, та геометричних параметрів інших конструктивних елементів у зоні Бредта з урахуванням вимог міцності, та жорсткості.

Тема 5. Визначення параметрів силових нервюр крила.

Тема 6. Визначення параметрів рядових нервюр крила.

Тема 7. Об'ємне ув'язування елементів силового набору крила із КМ.

Тема 8. Оформлення розрахунково-конструкторської документації. Пояснювальна записка. Графічні матеріали: теоретичне креслення, складальне креслення на крило, робоче креслення на металеву деталь.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього о	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Змістовний модуль 1. Конструкція та проектування крила ЛА із КМ.					
Тема 1. Призначення та вимоги до крила.	4			2	2
Тема 2. Первинна оцінка силової структури крила.	6			4	2
Тема 3. Нормування навантаження на крило.	6			4	2
Тема 4. Визначення параметрів основних елементів крила в регулярній зоні.	7			4	3
Тема 5. Визначення параметрів силових нервюр крила.	6			4	2
Тема 6. Визначення параметрів рядових нервюр крила.	7			4	3
Тема 7. Об'ємне ув'язування елементів	6			4	2

силового набору крила із КМ.					
Тема 8. Оформлення розрахунково-конструкторської документації.	18			6	12
Разом за змістовним модулем 1	60			32	28

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Призначення та вимоги до крила. Основні та додаткові.	2
2	Залежність силової структури крила від навантаження та компоновки.	4
3	Нормування навантаження на крило.	4
4	Визначення параметрів основних елементів крила в регулярній зоні.	4
5	Розрахунок навантаження на силові нервюри крила.	4
6	Розрахунок рядових нервюр крила.	4
7	Об'ємне ув'язування елементів силового набору крила із КМ.	4
8	Оформлення розрахунково-конструкторської документації.	6
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Призначення та вимоги до крила.	2
2	Первинна оцінка силової структури крила.	2
3	Нормування навантаження на крило.	2
4	Визначення параметрів основних елементів крила в регулярній зоні.	3
5	Побудова епюр навантаження силових нервюр крила.	2
6	Побудова епюр силових факторів рядових нервюр крила.	3
7	Об'ємне ув'язування елементів силового набору крила із КМ.	2
8	Оформлення конструкторської документації.	12
	Разом	28

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

11. Методи контролю

Поточний контроль полягає у відповідності роботи встановленому плану. Остаточний контроль – захист курсового проекту (диференційний залік).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів*
Змістовний модуль 1			
Захист	0...100	1	0...100
Усього за семестр**			0...100

* – для допуску до контролю необхідно набрати максимальні поточні бали за лабораторні роботи та РГР; поточні бали за лекційні заняття можуть складати 70% від максимального значення;

** – підсумкові бали за семестр розраховані як середнє арифметичне результатів модульного контролю змістовних модулів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки необхідно знати:

- функціональне призначення несучих поверхонь;
- класифікацію несучих поверхонь за геометричними ознаками
- область використання різних моделей несучих поверхонь;
- функціональний зв'язок елементів солової конструкції несучих поверхонь;
- технологічне обмеження на використання певних компоновок несучих поверхонь ЛА;
- особливості функціонування оперення, і як впливають призначення ЛА та компоновка оперення на вимоги до нього;
- методи боротьби із зледенінням конструкції ЛА;
- методи боротьби із статичним зарядом.

Для одержання позитивної оцінки необхідно вміти:

- обирати коректну розрахункову схему для проектування елементів крила;
- підбирати сумісні матеріали (за межею деформації та іншими ознаками);
- визначати параметри силового набору крила;
- проектувати нервюри крила;
- компонувати вузли навішування елементів механізації та управління несучих поверхонь;
- проектувати стикувальні вузли несучих поверхонь;
- проектувати окантування люків та вирізів;
- проектувати елерон і силову проводку до нього;
- балансувати літальний апарат за траєкторними перевантаженнями;
- визначення приведенного навантаження на відсік;

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Вміти користуватися балковою, стержневою моделями та моделлю циліндричної оболонки для проектування, але не вміти знайти відповідність між реальним об'єктом та його моделлю. Вміти отримати результати розрахунків параметрів компонентів конструкції, але не вміти використати результати для формування образу конструкції, розподілу матеріалу між компонентами, враховувати технологічні та експлуатаційні обмеження. Не вміти пояснити вибір варіанту рішення.

Добре (75 - 89). Вміти користуватися балковою, стержневою моделями та моделлю циліндричної оболонки для проектування, вміти знаходити відповідність між реальним об'єктом та його моделлю. Вміти отримати результати розрахунків параметрів компонентів конструкції, але мати утруднення з використанням результатів для формування образу конструкції, розподілу матеріалу між компонентами. Користуватись обмеженими варіантами прийомів конструювання.

Відмінно (90 - 100). Вміти користуватися моделями для проектування різних елементів конструкції із КМ, легко знаходити відповідність між реальним об'єктом та його моделлю. Вміти підбирати найбільш відповідні моделі та навантаження. Формувати обмеження по жорсткості та міцності відповідно до умов експлуатації. Вміти отримати результати розрахунків параметрів компонентів конструкції, та використовувати результати для формування образу конструкції, а також розподілу матеріалу між компонентами. Вміти пояснити рішення, та за необхідністю обирати компромісні варіанти.

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

Вказати електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:

Обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
 - конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
 - методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
 - тематики індивідуальних завдань;
 - приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
 - питання, тести для контрольних заходів;
 - каталоги інформаційних ресурсів;
- Додаткові складові НМКД (за необхідністю):
- збірники ситуативних завдань (кейсів);
 - комп'ютерні презентації;
 - ілюстративні матеріали (плакати, таблиці тощо).

14. Рекомендована література

Базова

1. Проектирование корпусов летательных аппаратов из композиционных материалов. Учеб. пособие/ Гайдачук В.Е., Карпов Я.С., Кириченко В.В., Кравец В.Н. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1982. – 85 с.
2. Гребеньков О.А. Конструкция самолетов: Учеб. пособие для авиационных вузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 240 с.
3. Голубев И.С., Самарин А.С. Проектирование конструкций летательных аппаратов: Учеб. для втузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 511 с.
4. Кириченко В.В. Расчет на прочность элементов конструкций из композиционных материалов: Учеб. пособие по курсовому проектированию. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1996. – 41 с.
5. Кан С.Н., Свердлов И.А. Расчет самолета на прочность. – М.: ВНИИПП, 1966. – 520 с.
6. Проектирование конструкций самолетов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Самолетостроение»/ Е.С. Войт, А.И. Ендогур, З.А. Мелик-Саркисян, И.М. Алявдин. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.
7. Виноградов И.Н. Конструкция и расчет самолета на прочность. Под ред. В.П. Ветчинкина. – Л.: ОНТИ, 1935. – 564 с.
8. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 400 с.
9. Шульженко М.Н., Мостовой А.С. Курс конструкций самолетов. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1965. – 562 с.
10. Проектирование и конструктивно-технологические решения лонжеронного крыла из композиционных материалов/ Я.С. Карпов, Ф.М. Гагауз, П.М. Гагауз. – Учеб. пособие. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 2004. – 143 с.
11. Гроссман Е.П. Курс вибраций частей самолетов. – М.: ОБОРОНГИЗ, 1940. – 311 с.
12. Проектирование и конструирование изделий из композиционных материалов. Теория и практика [Текст]: учебник / П.М. Гагауз, Ф.М. Гагауз, Я.С. Карпов, С.П. Кривенда; под общ. ред. Я.С. Карпова. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 672 с.

Допоміжна

1. Альхимович Н.В., Попов Л.С. Моделирование флаттера самолета в аэродинамических трубах. Труды ЦАГИ №623. – М.: Бюро Новой Техники, – 1947. – 42 с.
Доннелл Л.Г. Балки, пластины и оболочки. – М.: Наука, 1982. – 568 с.
2. Малмейстер А.К., Тамуж В.П., Тетерс Г.А. Сопротивление жестких полимерных материалов. – Рига: Зинатне, 1967. – 390 с.
3. Композиционные материалы: В 8-ми т. Пер с англ./ Под ред. Л. Браутмана, П. Крока. – Т.7. Анализ и проектирование конструкций. Ч.1/ Под ред. К. Чамиса. – М.: Машиностроение, 1978. – 300 с.
4. Немировский Ю.В., Резников Б.С. Прочность элементов конструкций из композитных материалов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 166 с.
5. Зайцев В.Н., Рудаков В.Л. Конструкция и прочность самолетов. Изд. 2-е. – К.: Вища школа, 1978. – 488 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k403.khai.edu>