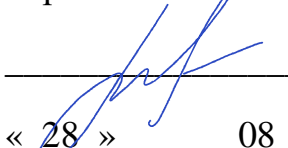


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 М. А. Шевцова
« 28 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Загальні принципи проектування в техніці

(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 конструкцій із

(найменування освітньої програми)

композиційних матеріалів

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

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 – 4,5	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: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки за вільним вибором студента
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 48/135		<u>8</u> -й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7,25		<u>24</u> годин
		Практичні, семінарські*
		<u>24</u> годин
		Лабораторні*
	_____ годин	
	Самостійна робота	
	<u>87</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/87.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: навчити студентів, як майбутніх конструкторів, основ **активного конструювання**.

Завдання: оволодіння навичками **активного конструювання** елементів технічних засобів різного рівня складності.

Компетентності, які набуваються:

- вміти формулювати задачі технічного рівня за результатами аналізу завдання, вимог до конструкції та інших попередніх даних;
- вміти користуватися загально технічними принципами та методами при вирішенні задач проектування.

Результати навчання: засвоєння матеріалу курсу повинно дати студенту можливість:

- знати:
 - вимоги до ЛА як великої технічної системи, їх особливості та протиріччя;
 - методи проектування технічних об'єктів;
 - принципи вирішення технічних проблем;
- вміти:
 - використовувати принципи проектування стосовно окремих випадків;
 - використовувати методи оптимізації при проектуванні технічного об'єкту;
- мати уяву про:
 - взаємозв'язок підходів до проектування, що формалізуються, та тих, що не формалізуються;
 - правила вибору методів та принципів проектування ЛА із КМ як технічного об'єкту;
 - особливості використання методик оптимізації в процесі проектування.

Пререквізити – «Інженерні основи авіаційної та ракетно-космічної техніки», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Взаємозамінність та стандартизація», «Деталі машин та основи конструювання», «Механіка матеріалів та конструкцій».

Кореквізити – «Конструювання і проектування виробів з композитів», «Конструювання і проектування виробів з композитів (курсний проект)», «Розрахунок і проектування з'єднань композитних конструкцій», дипломний проект бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Постановка задачі проектування ЛА як технічного об'єкту в межах системи

Тема 1. Основні етапи створення ЛА та задачі, які вирішують на кожному етапі.

Особливості системного підходу до процесу проектування. Фактори, що впливають на формування тактико-технічних вимог. Структурна організація процесу проектування технічних об'єктів (зокрема ЛА).

Тема 2. Особливості етапу конструкторських розробок.

Перелік задач, які необхідно виконати при проектуванні об'єктів різного призначення. Необхідність поєднання формального і неформального підходів при проектуванні. Необхідність урахування невизначеності майбутніх цілей та умов функціонування технічного об'єкту та його підсистем (особливо транспортних засобів). Необхідність дослідження великої кількості варіантів елементу, що проектується. Ітеративність процесу проектування конструкції.

Тема 3. Системний підхід – загальнометодологічна основа проектування.

Суть системного підходу. Об'єкт проектування – велика система. Цільове опрацювання системи, що проектується.

Тема 4. Загальна постановка задачі проектування конструкції ЛА.

Технологічний рівень ЛА. Ефективність ЛА (технічна, економічна). Конструктивна досконалість. Виробничо-технологічна досконалість. Експлуатаційна досконалість.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Методи рішення задач проектування технічних об'єктів

Тема 1. Задачі проектування за рівнем складності і за характером проектування технічних об'єктів.

Класифікація задач проектування за рівнем складності та області їх використання. Синтез задач проектування. Задачі протиріччя у проектуванні.

Тема 2. Проблеми вектору інерції в проектуванні.

Сутність вектору інерції. Методи психологічної активації мислення: мозковий штурм, зворотний мозковий штурм, тіньова мозкова атака, корабельна рада, метод фокальних об'єктів, синектика (метод аналогій). Методи систематизованого пошуку: список контрольних питань, морфологічний аналіз, функціональний аналіз, метод багаторазової послідовної класифікації, метод синтезу оптимальних форм.

Модульний контроль

Змістовний модуль 3. Базові принципи рішення задач проектування технічних об'єктів

Тема 1. Перелік базових принципів рішення задач проектування технічних об'єктів

«Лезо Оками». Принцип передачі навантаження коротким шляхом. Принцип рознесення матеріалу подалі від нейтральної осі. Принцип заміни згину системою сил. Принцип рівномірності. Принцип рівної стійкості. Принцип розвантаження. Принцип плавної зміни геометрії деталей. Принцип попереднього навантаження. Принцип дроблення. Принцип винесення. Принцип місцевої якості. Принцип асиметрії. Принцип об'єднання. Принцип суміщення. Принцип інверсії. Принцип уніфікації. Особливості використання принципів вирішення технічних проблем.

Модульний контроль

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
Змістовний модуль 1. Постановка задачі проектування ЛА як технічного об'єкту в межах системи					
Тема 1. Основні етапи створення ЛА та задачі, які вирішують на кожному етапі	8	2			6
Тема 2. Особливості етапу конструкторських розробок	8	2			6
Тема 3. Системний підхід – загальнометодологічна основа проектування	12	2	4		6
Тема 4. Загальна постановка задачі проектування конструкції ЛА	15	4	4		7
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	43	10	8		25
Змістовний модуль 2. Методи рішення задач проектування технічних об'єктів					
Тема 1. Задачі проектування за рівнем складності і за характером проектування технічних об'єктів	18	4	4		10
Тема 2. Проблеми вектору інерції в проектуванні	21	2	4		15
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	39	6	8		25
Змістовний модуль 3. Базові принципи рішення задач проектування технічних об'єктів					
Тема 1. Перелік базових принципів рішення задач проектування технічних об'єктів	53	8	8		37
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	53	8	8		37
Усього годин	135	24	24		87
Іспит		2			

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функціональний та морфологічний аналіз ЛА	4
2	Формування розрахункових випадків при моделюванні навантаження ЛА	4
3	Перелік задач проектування технічних засобів в залежності від рівня складності	4
4	Використання методу аналогій при вирішенні інженерних задач	2
5	Використання методів оптимізації при проектуванні технічних засобів	2
6	Ефективність використання принципу передачі навантаження найкоротшим шляхом	4
7	Особливості використання принципу рівномірності	2
8	Використання принципу резервування при проектуванні технічних засобів	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення етапів проектування ЛА (структура, очікувані результати).	12
2	Особливості формування ТЗ на проектування технічного засобу	13
3	Формування «вектору інерції» при рішенні інженерних задач	10
4	Формування критерію пошуку раціонального результату при багатокритеріальній задачі проектування	15
5	Особливості використання принципів проектування (області використання та інші обмеження)	37
	Разом	87

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Очні лекційні та практичні заняття.

11. Методи контролю

Поточний контроль модульний, по одному питанню за модуль (письмово-усний). Усього за курс три модулі. За результатами модульного контролю вираховують середнє арифметичне значення. Якщо загальний результат модульного контролю незадовільний (менше 60 балів), то студенту зараховується заборгованість за курс, яку треба погасити під час іспиту. Якщо студента не влаштовує отримана кількість балів, то він може спробувати отримати більше під час іспиту. Для підвищення результатів допускається одна спроба (у разі невдалої спроби як остаточний фіксується результат модульного контролю).

Остаточний контроль – іспит (письмово-усний).

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			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...100	1	0...100
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...100	1	0...100
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання практичних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...100	1	0...100
Усього за семестр**			0...100

* – поточні бали (крім модульного контролю) використовуються для прийняття рішення про допуск до модульного контролю (або іспиту); добравши більше 75% від максимально можливого поточного результату студент формально може бути допущеним до контрольних процедур;

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

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі незадоволення студента балами поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Білет для іспиту/заліку складається з трьох теоретичних питань. Кожне питання

оцінюється за 100 бальною системою. Оцінка за іспит визначається за середнім арифметичним значенням.

Остаточна оцінка за курс обирається за максимальним результатом підсумку модульного контролю та іспиту (у конкурсі балів використовується підсумковий бал модульного контролю).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Для одержання позитивної оцінки необхідно знати:

- особливості системного підходу до процесу проектування;
- структуру процесу проектування технічних засобів;
- фактори, що впливають на формування тактико-технічних вимог;
- структурну організацію процесу проектування технічних об'єктів (зокрема ЛА);
- перелік задач, які необхідно виконати при проектуванні об'єктів різного призначення;
- сутність формального і неформального підходів, які використовуються при проектуванні;
- сутність невизначеності майбутніх цілей та умов функціонування технічного об'єкту та його підсистем (особливо транспортних засобів);
- проблему необхідності дослідження великої кількості варіантів елементу, що проектується;
- сутність ітеративності процесу проектування конструкції;
- сутність задачі цільового опрацювання системи, що проектується;
- критерії оцінки технічного рівня ЛА (конструктивна, виробничо-технологічна і експлуатаційна досконалість);
- особливості використання принципів проектування;
- класифікацію задач проектування за рівнем складності;
- сутність синтезу задач проектування;
- сутність задачі протиріччя;
- сутність вектору інерції при проектуванні технічних засобів;
- методи психологічної активації мислення при проектуванні;
- метод аналогії;
- методи систематизованого пошуку;
- методи оптимізації в процесі проектування.

Для одержання позитивної оцінки необхідно вміти:

- формулювати задачі в умовах невизначеності майбутніх цілей та особливостей функціонування технічного об'єкту та його підсистем;
- вирішувати проблему необхідності дослідження великої кількості варіантів елементу, що проектується;
- формулювати алгоритм ітеративного процесу проектування конструкції;
- проводити морфологічний аналіз технічного об'єкту;
- проводити функціональний аналіз технічного об'єкту;
- проводити оцінку вагової досконалісті;
- проводити оцінку аеродинамічної досконалісті;
- проводити оцінку виробничо-технологічної досконалісті;
- проводити оцінку експлуатаційної досконалісті;
- використовувати принцип «леза Оккама»;

- використовувати принцип передачі навантаження коротким шляхом;
- використовувати принцип рознесення матеріалу подалі від нейтральної осі;
- використовувати принцип заміни згину системою сил;
- використовувати принцип рівномірності;
- використовувати принцип рівної стійкості;
- використовувати принцип розвантаження;
- використовувати принцип плавної зміни геометрії деталей;
- використовувати принцип попереднього навантаження;
- використовувати принцип дроблення;
- використовувати принцип винесення;
- використовувати принцип місцевої якості;
- використовувати принцип суміщення;
- використовувати принцип інверсії;
- використовувати принцип уніфікації;
- класифікувати задачі проектування за рівнем складності;
- формулювати синтез задачі проектування;
- формулювати задачі протиріччя;
- використовувати метод аналогії;
- використовувати методи систематизованого пошуку;
- використовувати методи оптимізації в процесі проектування.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Має уяву про особливості організації процесу проектування технічних об'єктів, але має слабку уяву про чинники, що впливають на процес проектування: формулювання задачі та структурування задачі проектування. Знає два – три принципи проектування технічних об'єктів, але з труднощами користується ними при проектуванні, та має слабе уявлення про область використання. Знає один або два методи психологічної активізації процесу проектування. Може використати один варіант методу аналогії.

Добре (75-89). Має уяву про особливості організації процесу проектування технічних об'єктів та частково може аналізувати чинники, що впливають на процес проектування: формулювання технічних завдань, структурування задачі проектування, обмеження, що забезпечені загальними технічними вимогами. Знає п'ять – десять принципів проектування і може деякі з них використати на елементах конструкції. Може побудувати алгоритм проектування. Може аналізувати задачу проектування за складністю в межах перших трьох ступенів. Може сформулювати задачу проектування з використанням сіткових методів оптимізації. Знає не менше чотирьох методів психологічної активації процесу проектування. Може використовувати методи аналогії.

Відмінно (90-100). Має уяву про особливості організації процесу проектування технічних об'єктів та може аналізувати чинники, що впливають на процес проектування: формулювання технічних завдань, структурування задачі проектування, обмеження, що забезпечені загальними технічними вимогами. Знає не менше п'ятнадцяти принципів проектування і може використати їх при проектуванні елементів конструкції. Може побудувати алгоритм проектування. Може аналізувати задачу проектування за складністю повною мірою. Може сформулювати задачу проектування з використанням різних методів оптимізації. Знає методи психологічної активації процесу проектування. Може використовувати методи аналогії. Може сформулювати задачу спрямованого пошуку.

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. Голубев И.С., Самарин А.В. Проектирование конструкций летательных аппаратов // Учеб. для втузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 511 с.
2. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – 295 с.
3. Джонс Дж. К. Методы проектирования: Пер. с англ. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
4. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1. Под ред. П.Н. Учаева. – 3-е изд., исправл. – М.: Машиностроение, 1988. – 544 с.

Допоміжна

1. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн. Кн. 1. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 349 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k403.khai.edu