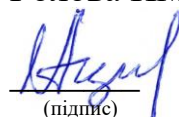


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра конструкцій і проектування ракетної техніки (№ 401)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи/
Голова НМК


(підпис)

О.А. Цирюк
(ініціали та прізвище)

« 28 » _____ 08 _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Особливості проектування конструкцій нетрадиційних
конструктивно-силових схем
(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: _____ Ракетні та космічні комплекси
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Особливості проектування конструкцій нетрадиційних
конструктивно-силових схем

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
освітньою програмою Ракетні та космічні комплекси

«_26_» ____08____ 2021 р., – _12_ с.

Розробник: Бетіна О.Ю., ст. викладач к.401, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри
конструкцій і проектування ракетної техніки

(назва кафедри)

Протокол № _1_ від «_27_» ____08____ 2020 р.

Завідувач кафедри

к.т.н.
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Г.М. Колоскова
(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 – 4,5	Галузь знань <u>Механічна інженерія</u> (шифр і найменування) Спеціальність 134 <u>Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Ракетні та космічні комплекси</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	За вибором
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
		8-ий
Загальна кількість годин – 48 / 135		Лекції*
		24 години
		Практичні*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5,44		0 - години
		Лабораторні*
		24 години
		Самостійна робота
		87 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 існуючих нетрадиційних конструктивно - силових схем та методів їх розрахунку.

Завдання – дати знання та сформулювати основи практичного застосування знань в сфері розробки конструкцій агрегатів сучасної ракетно-космічної техніки нетрадиційних конструктивно - силових схем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Здатність призначати матеріали для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Здатність проводити розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність.

Здатність проектувати та проводити випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем.

Навички використання інформаційних та комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення при навчанні та професійній діяльності.

Програмні результати навчання:

Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Міждисциплінарні зв'язки: вища математика, фізика, теоретична механіка, опір матеріалів, міцність конструкцій.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні нетрадиційні КСС. Тришарові конструкції.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни.

Роль в конструктивно – силових схемах конструктивно- технологічних рішень в забезпеченні ефективності конструкцій ракетно-космічної техніки.

Тема 2. Основні нетрадиційні КСС: тришарові конструкції, ізогрідни та анізотропні сітчасті агрегати, вуглець – вуглецеві вироби, кераміка.

З'єднання з дискретними зв'язками. Загальна характеристика.

Тема 3. Тришарові (сендвічеві) конструкції з заповнювачами.

Загальна характеристика. Основні типи заповнювачів та їх фізико- механічні властивості. Параметри жорсткості та пружності заповнювачів: стільникових та трубчатих.

Тема 4. Матеріали для несучих обшивок та заповнювачів.

Вибір конструкційних матеріалів та критерію їх ефективності. Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій. Матеріали для заповнювачів. Матеріали для з'єднання несучих обшивок та заповнювачів.

Тема 5. Міцність плоских тришарових панелей і оболонок з заповнювачем.

Тема 6. Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем

Вибір параметрів заповнювачів стільникового, гофрового, трубчастого типів, а також їх міцністих та жорсткісних характеристик. Вибір геометричних і жорсткісних параметрів несучих обшивок, окантовок та елементів усилення тришарових панелей.

Тема 7. Випробування та експлуатація конструкцій з заповнювачем. Методи і результати випробувань конструкцій з заповнювачем.

Тема 8. Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем.

Виробництво стільникових заповнювачів і конструкцій із неметалевих та металевих матеріалів. Основні поняття про виробництво паяних та зварюваних стільникових конструкцій з нержавіючих сталей та титанових сплавів.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Ізогрідні та анізогрідні сітчасті конструкції. Розрахунок на міцність та стійкість сітчастих та вуглець – вуглецевих виробів із композиційних матеріалів

Тема 9. Технологія формування сітчастих конструкцій.

Тема 10. Конструкції просторо армованих композиційних матеріалів.

Типи структурних схем. Композиційні матеріали, армовані системою двох та трьох ниток. Розрахунки пружних механічних властивостей композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток.

Тема 11. Вуглець – вуглецеві композиційні матеріали та їх впровадження в виробі ракетно – космічної техніки.

Засоби виготовлення, властивості композитів 3Д, особливості властивості вуглець – вуглецевих композитів та характер їх руйнування.

Тема 12. Кераміка в виробі ракетно - космічної техніки. Обтікачі радіоантен.

Загальні характеристики матеріалу. Особливості з'єднань з металевими частинами ракети.

Тема 13. Специфічні особливості конструктивно – технологічних рішень з'єднань композитних та металево - композитних деталей.

Проектування з'єднань з вформованими отворами.

Тема 14. Проектування з'єднань з елементами поперечного зв'язку.

Ефективність нових КТР з'єднань в виробі ракетно - космічної техніки.

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

Модуль 1					
Змістовий модуль 1 Основні нетрадиційні КСС. Тришарові конструкції					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни.	7	1		1	5
Тема 2. Основні нетрадиційні КСС: тришарові конструкції, ізогрідні та анізотропні сітчасті агрегати, вуглець – вуглецеві вироби, кераміка.	7	1		1	5
Тема 3. Тришарові (сендвічеві) конструкції з заповнювачами.	9	2		1	6
Тема 4. Матеріали для несучих обшивок та заповнювачів.	8	1		2	5
Тема 5. Міцність плоских тришарових панелей і оболонок з заповнювачем.	10	2		2	6
Тема 6. Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем	9	2		2	5
Тема 7. Випробування та експлуатація конструкцій з заповнювачем. Методи і результати випробувань конструкцій з заповнювачем.	7	1		1	5
Тема 8. Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем.	10	2		2	6
Модульний контроль					
Усього годин	67	12		12	43
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Ізогрідні та анізогрідні сітчасті конструкції. Розрахунок на міцність та стійкість сітчастих та вуглець – вуглецевих виробів із композиційних матеріалів					
Тема 9. Технологія формування сітчастих конструкцій.	12	2		2	8
Тема 10. Конструкції простороармованих композиційних матеріалів.	11	2		2	7
Тема 11. Вуглець – вуглецеві композиційні матеріали та їх впровадження в вироби ракетно – космічної техніки.	11	2		2	7
Тема 12. Кераміка в výroбах ракетно - космічної техніки. Обтікачі радіоантен.	12	2		2	8
Тема 13. Специфічні особливості конструктивно – технологічних рішень з'єднань композитних та	11	2		2	7

металево - композитних деталей.					
Тема 14. Проектування з'єднань з елементами поперечного зв'язку.	11	2		2	7
Модульний контроль					
Усього годин	68	12		12	44
Іспит					
Усього годин	135	24		24	87

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тришарові конструкції.	2
2	Ізогрідни та анізотропні сітчасті агрегати.	2
3	Вуглець – вуглецеві вироби.	2
4	Кераміка.	2
5	Параметри жорсткості та пружності заповнювачів: стільникових та трубчатих.	2
6	Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій.	2
7	Матеріали для заповнювачів.	2
8	Вибір параметрів заповнювачів стільникового, гофрового, трубчастого типів, а також їх міцністих та жорсткісних характеристик.	2
9	Технологія формування сітчастих конструкцій.	2
10	Розрахунки пружних механічних властивостей композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток.	2
11	Обтікачі радіоантен.	2
12	Ефективність нових КТР з'єднань в виробках ракетно - космічної техніки.	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тришарові конструкції.	2
2	Ізогрідни та анізотропні сітчасті агрегати.	2

3	Вуглець – вуглецеві вироби.	2
4	Кераміка.	2
5	Параметри жорсткості та пружності заповнювачів: стільникових та трубчатих.	2
6	Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій.	2
7	Матеріали для заповнювачів.	2
8	Вибір параметрів заповнювачів стільникового, гофрового, трубчастого типів, а також їх міцністих та жорсткісних характеристик.	2
9	Технологія формування сітчастих конструкцій.	2
10	Розрахунки пружних механічних властивостей композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток.	2
11	Обтікачі радіоантен.	2
12	Ефективність нових КТР з'єднань в виробках ракетно - космічної техніки.	2
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тришарові конструкції.	7
2	З'єднання з дискретними зв'язками.	8
3	Основні типи заповнювачів та їх фізико-механічні властивості.	7
4	Матеріали для з'єднання несучих обшивок та заповнювачів.	7
5	Міцність плоских тришарових панелей і оболонок з заповнювачем.	8
6	Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем.	7
7	Методи і результати випробувань конструкцій з заповнювачем	7
8	Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем.	7
9	Технологія формування сітчастих конструкцій	8
10	Особливості властивості вуглець – вуглецевих композитів та характер їх руйнування.	7
11	Обтікачі радіоантен.	7
12	Проектування з'єднань з елементами поперечного зв'язку.	7
	Разом	87

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), та рекомендованою літературою.

11. Методи контролю

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

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
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	-	-	-
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	6	6...18
Модульний контроль	0...34	1	0...32
Модуль 2			
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	-	-	-
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	6	6...18
Модульний контроль	0...34	1	0...32
Усього за семестр			60...100

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

Білет для іспиту/заліку складається з 1 теоретичного питання (50 балів) та 1 практичного питання (50 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основні нетрадиційні КСС: тришарові конструкції, ізогрідни та анізотропні сітчасті агрегати, вуглець – вуглецеві вироби, кераміка. З'єднання з дискретними зв'язками. Загальна характеристика.

Тришарові (сендвічеві) конструкції з заповнювачами. Загальна характеристика. Основні типи заповнювачів та їх фізико-механічні властивості. Параметри жорсткості та пружності заповнювачів: стільни-кових та трубчатих.

Матеріали для несучих обшивок та заповнювачів. Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій. Матеріали для заповнювачів. Матеріали для з'єднання несучих обшивок та заповнювачів.

Методи і результати випробувань конструкцій з заповнювачем.

Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем.

Виробництво стільникових заповнювачів і конструкцій із неметалевих та металевих матеріалів. Основні поняття про виробництво паяних та зварюваних стільникових конструкцій з нержавіючих сталей та титанових сплавів.

Технологія формування сітчастих конструкцій.

Конструкції просторо армованих композиційних матеріалів.

Типи структурних схем. Композиційні матеріали, армовані системою двох та трьох ниток. Розрахунки пружних механічних властивостей композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток.

Вуглець – вуглецеві композиційні матеріали та їх впровадження в виробництво ракетно – космічної техніки.

Засоби виготовлення, властивості композитів ЗД, особливості властивості вуглець – вуглецевих композитів та характер їх руйнування.

Кераміка в виробництві ракетно - космічної техніки. Обтікачі радіоантен.

Загальні характеристики матеріалу. Особливості з'єднань з металевими частинами ракети.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

Вміти обирати конструкційні матеріали за критерієм їх ефективності. Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій. Матеріали для заповнювачів. Матеріали для з'єднання несучих обшивок та заповнювачів.

Розраховувати міцність плоских тришарових панелей і оболонок з заповнювачем.

Вміти обирати параметри конструкцій з заповнювачем.

Обирати параметри заповнювачів стільникового, гофрового, трубчастого типів, а також їх міцністих та жорсткісних характеристик. Обирати геометричні та жорсткісні параметри несучих обшивок, окантовок та елементів посилення тришарових панелей.

Розраховувати пружні механічні властивості композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток.

Визначати ефективність нових КТР з'єднань в виробництві ракетно - космічної техніки.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити задовільно всі індивідуальні завдання та задовільно написати модульні роботи. Знати основні види конструкцій нетрадиційних конструктивно-силових схем, особливості їх застосування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Захистити всі індивідуальні завдання та добре написати модульні роботи. Знати основні види конструкцій нетрадиційних конструктивно-силових схем, особливості їх застосування. Вміти визначати їх характеристики.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». За-

хистити всі індивідуальні завдання та відмінно написати модульні роботи. Знати основні види конструкцій нетрадиційних конструктивно-силових схем, особливості їх застосування. Вміти визначати їх характеристики. Знати методи виготовлення таких конструкцій. Володіти сучасним програмним забезпеченням для їх проектування.

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. Матеріалами та посібниками методичного кабінету кафедри

14. Рекомендована література

Базова

1. Панин В.Ф. Конструкции с заполнителем: справочник /В.Ф. Панин, Ю.А. Гладков – М.: Машиностроение, 1991. – 272с.
2. Берсудский В.Е. Технология изготовления сотовых авиационных конструкций / В.Е Берсудский, В.Н. Крысин, С.И. Лесных.- М.: Машиностроение, 1975. - 295с.
3. Композиционные материалы: Справочник. Под общ. ред.В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского – М. - : Машиностроение, 1990 – 512с.

Допоміжна

1. Прочность, устойчивость, колебания. справочник в 3-х томах. Том 2. Под ред. д.т.н. И.А.Биргера и чл-кор. АН Латв. ССР Я.Г.Головко – М.:Машиностроение, 1968 – 463 с.
2. Васильев В.В. Анизотридные композитные сетчатые конструкции - разработка и приложение к космической технике /В.В.Васильев, В.А.Барынин, А.Ф.Разин, С.А.Петровский, В.И.Халимович // Композиты и наноструктуры, №3, 1009. – с.38-50.
- 3.Кондратенко А.Н.Полимерные композиционные материалы в изделиях зарубежной ракетно-космической техники (Обзор) / А.Н.Кондратенко,

Т.А.Голубкова / Конструкции из композиционных материалов, №2, 2009 – с.24-35.

4.Тарнопольский Ю.М. Пространственно-армированные композиционные материалы. Справочник / Ю.М.Тарнопольский, И.Г.Жигун, В.А.Поляков – М.:Машиностроение, 1987 – 224 с.

5. Ромашин А.Г. Радиопрозрачные обтекатели летательных аппаратов: Проектирование, конструкционные материалы, технология производства, испытания. /А.Г. Ромашин, В.Е. Гайдачук, Я.С. Карпов, М.Ю. Русин.

6. Галинская О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов/ О.О. Галинская ;Балт. гос. техн. ун-т. –СПб., 2014. –95 с.

15. Інформаційні ресурси

1. <https://mash-xxl.info/info/280065/>
2. <http://stec-m.com/proizvodstvo-sendvich-panelej/>