

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

Кафедра «Кафедра конструкцій і проектування ракетної техніки» (№ 401)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Ганна КОЛОСКОВА  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Особливості проектування конструкцій нетрадиційних  
конструктивно-силових схем**

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: Безпілотні літальні комплекси  
(найменування освітньої програми)

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Силабус введено в дію з 01.09.2023 року**

**Харків – 2023 р.**

Розробник: Бетіна О.Ю., доц. к. 401, к.т.н.  
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри  
Конструкцій і проектування ракетної техніки  
\_\_\_\_\_  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » 08 2023 р.

Завідувач каф. 401 канд. техн. наук, доцент  
(науковий ступінь і вчене звання)  Ганна КОЛОСКОВА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

## 1. Загальна інформація про викладача



Бетіна Олена Юріївна, к.т.н.. З 2015 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- двигунні установки літальних апаратів;
- основи проектування літальних апаратів, призначених для освоєння космосу;
- особливості проектування конструкцій нетрадиційних конструктивно - силових схем;
- загальна будова об'єктів аерокосмічної техніки.

Напрями наукових досліджень: проектування вільнолітаючих динамічно подібних моделей, вплив метеорологічних та кліматичних умов експлуатації на проектування літальних апаратів.

## 2. Опис навчальної дисципліни

**Семестр, в якому викладається дисципліна** – 8 семестр.

**Обсяг дисципліни:**

4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 72 годин.

**Форми здобуття освіти**

Денна, дистанційна, заочна, дуальна.

**Дисципліна** – обов'язкова.

**Види навчальної діяльності** – лекції, лабораторні роботи, самостійна робота здобувача.

**Види контролю** – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

**Мова викладання** – українська.

**Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити)** – вища математика, фізика, теоретична механіка, опір матеріалів, міцність конструкцій, технічне матеріалознавство.

**Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити)** – конструкція літальних апаратів і їх систем.

### 3. 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.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

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.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

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

### 4. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

*Змістовний модуль 1. Основні нетрадиційні КСС. Тришарові конструкції.*

##### **Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірвальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*
- *Роль в конструктивно – силових схемах конструктивно- технологічних рішень в забезпеченні ефективності конструкцій ракетно-космічної техніки.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Тришарові конструкції.

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 години.*
- *Лабораторна робота “Тришарові конструкції”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп’ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-5 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Тришарові конструкції.

**Тема 3. Тришарові (сендвічеві) конструкції з заповнювачами.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-3 години.*
- *Лабораторна робота “Ізогріди та анізотропні сітчасті агрегати.”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп’ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 4-5 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. З’єднання з дискретними зв’язками.

**Тема 4. Матеріали для несучих обшивок та заповнювачів.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-3 години.*
- *Лабораторна робота “ Вуглець – вуглецеві вироби”.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп’ютер та програмне забезпечення.*

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.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.  
Матеріали для з'єднання несучих обшивок та заповнювачів

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-3 години.*
- *Лабораторна робота “Кераміка”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірвальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.  
Міцність плоских тришарових панелей і оболонок з заповнювачем

**Тема 6. Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-3 години.*
- *Лабораторна робота “Параметри жорсткості та пружності заповнювачів: стільникових та трубчастих”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірвальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-2 години.*
- *Лабораторна робота “Металеві та неметалеві (композиційні) матеріали для несучих обшивок сендвічевих конструкцій”.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірвальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вибір параметрів і проектування конструкцій з заповнювачем

### **Тема 8. Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота “ Матеріали для заповнювачів”.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-5 години.*
- *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірвальні прилади, комп’ютер та програмне забезпечення.*

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.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 5-6 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Методи і результати випробувань конструкцій з заповнювачем

### **Модульний контроль 1**

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
  - *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*
  - *Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
  - *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*
- Підготовка до модульного контролю.

### **Модуль 2.**

**Змістовний модуль 2. Ізогрідні та анізогріди сітчасті конструкції. Розрахунок на міцність та стійкість сітчастих та вуглець – вуглецевих виробів із композиційних матеріалів**

#### **Тема 9. Технологія формування сітчастих конструкцій.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота “ Вибір параметрів заповнювачів стільникового, гофрового, трубчастого типів, а також їх міцністих та жорсткістих характеристик ”.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-5 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Технологія виробництва та ремонту конструкцій з заповнювачем

### **Тема 10. Конструкції просторо армованих композиційних матеріалів.**

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Лабораторна робота “Технологія формування сітчастих конструкцій”.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-5 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6-7 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Технологія формування сітчастих конструкцій

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Лабораторна робота “Розрахунки пружних механічних властивостей композиційних матеріалів, армованих системою двох та трьох ниток”.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-3 години.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7-8 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Особливості та властивості вуглець – вуглецевих композитів та характер їх руйнування

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Лабораторна робота “Обтікачі радіоантен”.*



- *Обсяг аудиторного навантаження: 3-5 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7-8 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.  
Обтікачі радіоантен

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота “Ефективність нових КТР з'єднань в виробках ракетно - космічної техніки”.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2-4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

Проектування з'єднань з вформованими отворами.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7-8 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.  
Проектування з'єднань з елементами поперечного зв'язку

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

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Лабораторна робота “Ефективність нових КТР з'єднань в виробках ракетно - космічної техніки”.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1-3 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): зразки конструкцій, вимірювальні прилади, комп'ютер та програмне забезпечення.*

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

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 7-8 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.  
Проектування з'єднань з елементами поперечного зв'язку

### **Модульний контроль 2**

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*  
*Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

## 5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

## 6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

## 7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	-	-	-
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	6	6...18
Модульний контроль	0...34	1	0...32
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	-	-	-
Виконання і захист лабораторних робіт	1...3	6	6...18
Модульний контроль	0...34	1	0...32
<b>За семестр</b>			<b>0...100</b>

## Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно

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).

### **Критерії оцінювання роботи здобувача 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». Захистити 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.

## **9. Політика навчального курсу**

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

## **10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси**

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• [http://library.khai.edu/catalog?clear\\_all\\_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller\\_mode=SearchDocForm&ext=no&theme\\_path=0&themes\\_basket=&ttp\\_the\\_mes\\_basket=&discipline\\_search=no&top\\_list=1&fullsearch\\_fld=&author\\_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname\\_fld=&docname\\_cond=beginwith&theme\\_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D](http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_the_mes_basket=&discipline_search=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D)

[1%96%D0%B2&theme\\_cond=all theme&theme\\_id=0&is ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1](https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1416)

•Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:  
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1416>

## **11. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Ромашин А.Г. Радіопрозорі обтікачі літальних апаратів: Проектування, конструкційні матеріали, технологія виробництва, випробування. /А.Г. Ромашин, В.Є. Гайдачук, Я.С. Карпов, М.Ю. Русин / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х., 2009. - 109 с..

### **Допоміжна**

1. Проектування, технологія формування та іспити конструктивно-технологічних рішень з'єднувальних вузлів : звіт про НДР (заключ.) : Д401-15/2017-Ф / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; керівник Кондратьєв А.. ; викон.: Гайдачук В. [та інш.]. - Харків, 2019. - 156 с.

2. Оптимальне проектування композитних корпусів літальних апаратів зі стільниковим заповнювачем на основі синтезу методу скінченних елементів і аналітичних моделей : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.07.02 - проектув., вир-во та випробування літ. апаратів / А. В. Кондратьєв ; Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х., 2009. - 19 с..