

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

Кафедра композитних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

 Шевцова М.А.  
(підпис) (підписи та прізвище)

« 28 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Спеціальні розділи матеріалознавства

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(цифри і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Проектування та виробництво конструкцій із  
композиційних матеріалів

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

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

**Харків 2021 рік**

Робоча програма «Спеціальні розділи матеріалознавства»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»  
освітньою програмою «Проектування та виробництво конструкцій із  
композиційних матеріалів»

28.08. 2021 р., – 12 с.

Розробник: доцент кафедри композитних конструкцій і авіаційного  
матеріалознавства (№ 403)

к.т.н., доцент

 Попова О.Г.  
(підпис)

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

Протокол № 1 від « 28 » 08. 2021 р.

Завідувач кафедри 403

к.т.н., проф.

  
(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 - 3                                                                               | <b>Галузь знань</b><br><u>13 Механічна інженерія</u><br>(шифр і найменування)<br><br><b>Спеціальність</b><br><u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u><br>(код і найменування)<br><br><b>Освітня програма</b><br><u>«Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»</u><br>(найменування)<br><br><b>Рівень вищої освіти:</b><br>перший (бакалаврський) | Цикл загальної (професійної) підготовки (за вибором)        |
| Кількість модулів – 2                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Навчальний рік</b>                                       |
| Кількість змістовних модулів – 4                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2021/2022                                                   |
| Індивідуальне завдання _____<br>(назва)                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Семестр</b>                                              |
| Загальна кількість годин – 36/90                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8-й                                                         |
|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Лекції*</b>                                              |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 36 самостійної роботи студента – 90 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 18 годин                                                    |
|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Практичні, семінарські*</b>                              |
|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 18 годин                                                    |
|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Лабораторні*</b>                                         |
|                                                                                                      | годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
|                                                                                                      | <b>Самостійна робота</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                             |
|                                                                                                      | 54 годин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                             |
|                                                                                                      | <b>Вид контролю</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                             |
|                                                                                                      | залік                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 36/54

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета вивчення:** отримати навички методологічного прийняття рішення при виборі матеріалів на базі закономірностей формування фізико-механічних та технологічних властивостей матеріалів на основі інформаційних баз даних.

**Завдання:** Визначити основні функціональні властивості матеріалів, основні методи та залежності, що дозволяють надати матеріалу необхідні експлуатаційні властивості, шляхом впливу на його структуру і склад. Одержати певний досвід щодо вибору матеріалів АКТ на основі аналізу їх експлуатаційних властивостей, методів поліпшення властивостей, вартості та доступності матеріалів. Одержати навички формування вимог до деталей конструкцій АКТ та роботи з довідниками та технічною документацією щодо вибору матеріалів.

### **Результати навчання:**

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:

- визначати основні функціональні властивості матеріалів,
- визначати основні методи, що дозволяють надати матеріалу необхідні експлуатаційні властивості, шляхом впливу на його структуру і склад.
- вибрати матеріали АКТ на основі аналізу їх експлуатаційних властивостей, методів поліпшення властивостей, вартості та доступності матеріалів.
- формувати вимоги до деталей конструкцій АКТ
- працювати з довідниками та технічною документацією щодо вибору матеріалів.

**Міждисциплінарні зв'язки:** матеріалознавство, дипломний проект бакалавра.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1.**

**Змістовний модуль 1.** Загальні вимоги до матеріалів деталей конструкцій АКТ.

#### **Тема 1.** Визначення умов експлуатації деталей конструкцій.

Визначення характеру навантаження (статичне, динамічне), діючих навантажень (перевантажень) і напружень, здатних викликати руйнування деталі, виникаючих деформацій і оцінку їх допустимих значень. Оцінка можливості і ступеня нагріву деталі при експлуатації, обґрунтування допустимої величини зниження міцності, повзучості, тривалої міцності, можливості окрихчування металу в умовах експлуатації виробу і визначення необхідного значення в'язкості, допустимого порогу хладноломкості. Визначення характеру знакозмінних навантажень і необхідності забезпечення певного рівня опору втомного руйнування. Оцінка необхідності забезпечення певного рівня зносостійкості, можливості появи будь-яких фізичних впливів і визначення їх допустимого рівня. Визначення можливості і характеру агресивних впливів робочого (зовнішнього) середовища і необхідності забезпечення корозійної стійкості, схильності до старіння.

**Тема 2.** Визначення технологічних і експлуатаційних характеристик.

**Змістовний модуль 2.** Основні групи властивостей і вимог до матеріалів.

**Тема 3.** Критерії міцності, надійності та довговічності

Теоретична та технічна міцність матеріалів. Конструкційна міцність критерії її оцінки та шляхи її підвищення. Деформаційне зміцнення. Вплив розміру зерна на міцність і пластичність. Зміцнення дисперсними частками. Зміцнення при термічній обробці. Частка різних механізмів в зміцненні при термообробці. Вплив механізмів зміцнення на тріщиностійкість. Основні напрямки підвищення конструкційної міцності матеріалів

**Тема 4.** Руйнування.

Класифікація видів руйнування. Механізми і моделі руйнування металевих матеріалів. Механізм крихкого руйнування. Механізм виникнення тріщин в металевих матеріалах. Параметри тріщиностійкості. Методи контролю тріщин, що розвиваються (метод акустичної емісії). Крихко-в'язкий перехід в металах. Механізм в'язкого руйнування. Параметри, що характеризують опір матеріалу крихкому руйнуванню. Фактори, що сприяють окрихчуванню металевих матеріалів. Роль складу і структури матеріалу.

**Тема 5.** Втома матеріалів.

Показники, що характеризують опір матеріалу втомному руйнуванню. Класифікація видів втоми (малоциклова і багатоциклових втома). Причини виникнення мікропластичної деформації. Втомне пошкодження і зародження тріщин. Механізм руйнування при багатоцикловій втомі. Характер зламів при втомному руйнуванні. Фактори, які впливають на опір втомі матеріалів.

**Модуль 2.**

**Змістовний модуль 3.** Визначення можливості і характеру впливу зовнішнього середовища на властивості матеріалів. Забезпечення необхідного рівня жароміцності, зносостійкості, радіаційної стійкості, корозійної стійкості матеріалів.

**Тема 6.** Міцність при високих температурах (жароміцність).

Низькотемпературна повзучість. Високотемпературна повзучість. Релаксаційна стійкість. Структурні зміни в металевих матеріалах при високих температурах. Вплив легування і дисперсійного твердіння на жароміцність. Роль розміру зерна і стану границь зерен. Шляхи підвищення жароміцності.

**Тема 7.** Зносостійкість.

Види зносу. Вплив стану поверхні на зносостійкість. Фрикційні і антифрикційні матеріали.

**Тема 8.** Радіаційна стійкість матеріалів.

Структурні зміни в металевих матеріалах при опроміненні. Шляхи підвищення радіаційної стійкості матеріалів.

**Тема 9.** Корозія.

Види корозії (хімічна і електрохімічна). Внутрішні (склад, структура, фізико-хімічні властивості, напружений стан) і зовнішні (температура,

корозійне середовище) фактори корозії. Шляхи підвищення корозійної стійкості. Корозійностійкі матеріали.

**Змістовний модуль 4.** Інженерні основи критеріїв вибору матеріалів і технологій, які формують властивості матеріалів в деталях

**Тема 10.** Методологія прийняття рішення відносно вибору матеріалів для деталей конструкцій.

Обґрунтований підхід до вибору матеріалу з урахуванням особливостей взаємозв'язку складу, технології отримання і обробки, будови (структури) і властивостей матеріалів.

**Тема 11.** Матеріали з особливими властивостями.

Матеріали з особливими технологічними властивостями. Матеріали малої щільності. Матеріали з високою питомою міцністю. Матеріали з високими пружними характеристиками. Матеріали з особливими тепловими властивостями (КЛТР).

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                     | Кількість годин |              |   |      |       |              |              |   |      |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|---|------|-------|--------------|--------------|---|------|-------|
|                                                                                   | Денна форма     |              |   |      |       | Заочна форма |              |   |      |       |
|                                                                                   | Усього          | У тому числі |   |      |       | Усього       | У тому числі |   |      |       |
|                                                                                   |                 | л            | п | лаб. | с. р. |              | л            | п | лаб. | с. р. |
| 1                                                                                 | 2               | 3            | 4 | 5    | 6     | 7            | 8            | 9 | 10   | 11    |
| <b>Модуль 1</b>                                                                   |                 |              |   |      |       |              |              |   |      |       |
| <b>Змістовий модуль 1.</b> Загальні вимоги до матеріалів деталей конструкцій АКТ. |                 |              |   |      |       |              |              |   |      |       |
| <b>Тема 1.</b> Визначення умов експлуатації деталей конструкцій                   |                 | 2            | 4 |      | 5     |              |              |   |      |       |
| <b>Тема 2.</b> Визначення технологічних і експлуатаційних характеристик.          |                 | 2            | 4 |      | 5     |              |              |   |      |       |
| Разом за змістовим модулем 1                                                      |                 | 4            | 8 |      | 10    |              |              |   |      |       |
| <b>Змістовий модуль 2.</b> Основні групи властивостей і вимог до матеріалів       |                 |              |   |      |       |              |              |   |      |       |
| <b>Тема 3.</b> Критерії міцності, надійності та довговічності                     |                 | 2            | 4 |      | 5     |              |              |   |      |       |
| <b>Тема 4.</b> Руйнування                                                         |                 | 1            |   |      | 5     |              |              |   |      |       |
| <b>Тема 5.</b> Втома матеріалів                                                   |                 | 1            |   |      | 5     |              |              |   |      |       |
| Разом за змістовим модулем 2                                                      |                 | 4            | 4 |      | 15    |              |              |   |      |       |

|                                                                                                                                                                                                                  |    |    |    |  |    |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|--|----|--|--|--|--|--|
| <b>Усього годин</b>                                                                                                                                                                                              |    | 8  | 12 |  | 25 |  |  |  |  |  |
| <b>Модуль 2</b>                                                                                                                                                                                                  |    |    |    |  |    |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовий модуль 3.</b> Визначення можливості і характеру впливу зовнішнього середовища. Забезпечення необхідного рівня жароміцності, зносостійкості, радіаційної стійкості, корозійної стійкості матеріалів. |    |    |    |  |    |  |  |  |  |  |
| Тема 6. Міцність при високих температурах (Жароміцність)                                                                                                                                                         |    | 2  |    |  | 5  |  |  |  |  |  |
| Тема 7. Зносостійкість                                                                                                                                                                                           |    | 2  |    |  | 5  |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Радіаційна стійкість матеріалів                                                                                                                                                                          |    | 1  |    |  | 2  |  |  |  |  |  |
| Тема 9. Корозія                                                                                                                                                                                                  |    | 1  |    |  | 3  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 3                                                                                                                                                                                     |    | 6  |    |  | 15 |  |  |  |  |  |
| <b>Змістовний модуль 4.</b> Інженерні основи критеріїв вибору матеріалів і технологій, які формують властивості матеріалів в деталях                                                                             |    |    |    |  |    |  |  |  |  |  |
| Тема 10. Методологія прийняття рішення відносно вибору матеріалів для деталей конструкцій                                                                                                                        |    | 1  | 2  |  | 4  |  |  |  |  |  |
| Тема 11. Матеріали з особливими властивостями                                                                                                                                                                    |    | 1  | 2  |  | 10 |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 4                                                                                                                                                                                     |    | 2  | 4  |  | 14 |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>                                                                                                                                                                                              | 90 | 16 | 16 |  | 54 |  |  |  |  |  |

### 5. Теми семінарських занять

| № п/п | Назва теми   | Кількість годин |
|-------|--------------|-----------------|
| 1     |              |                 |
| 2     |              |                 |
|       | <b>Разом</b> |                 |

### 6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин      |  |
|-------|------------|----------------------|--|
|       |            | Денна форма навчання |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                   |    |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|
| 1  | Формування вимог до матеріалів деталей конструкцій АКТ                                                                                                                                                                            | 4  |  |
| 2  | Вивчення загальних принципів вибору матеріалів і технології зміцнюючої обробки                                                                                                                                                    | 2  |  |
| 3  | Вибір матеріалів деталей конструкцій АКТ за механічними властивостями в залежності від вимог експлуатації                                                                                                                         | 4  |  |
| 4  | Оцінка технологічних властивостей матеріалів деталей конструкцій АКТ, що були відібрані                                                                                                                                           | 2  |  |
| 5  | Оцінка економічності матеріалів                                                                                                                                                                                                   | 2  |  |
| 6. | Порівняльний аналіз відібраних марок за експлуатаційними та технологічними характеристиками. Вибір режиму термічної обробки чи ХТО, що забезпечує відповідність комплексу властивостей відібраного матеріалу вимогам експлуатації | 2  |  |
|    | <b>Разом</b>                                                                                                                                                                                                                      | 16 |  |

## 7. Теми лабораторних занять

| №<br>п/п | Назва теми   | Кількість<br>годин |
|----------|--------------|--------------------|
| 1        |              |                    |
| 2        |              |                    |
|          | <b>Разом</b> |                    |

## 8. Самостійна робота

| №<br>з/п | Назва теми                                                                                                                                                                 | Кількість годин      |  |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--|
|          |                                                                                                                                                                            | Денна форма навчання |  |
| 1        | Визначення конструктивних параметрів деталей та умов їхньої роботи.<br>Формування вимог до матеріалів деталей конструкцій АКТ                                              | 15                   |  |
| 2        | Вибір матеріалів деталей конструкцій АКТ за механічними властивостями в залежності від умов експлуатації з використанням довідникової літератури та технічної документації | 15                   |  |
| 3        | Вивчення особливостей взаємозв'язку                                                                                                                                        | 10                   |  |

|   |                                                                                                                                       |           |  |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|   | складу, технології отримання та обробки структури і властивостей матеріалів                                                           |           |  |
| 4 | Вибір режиму термічної обробки або ХТО, що забезпечує відповідність комплексу властивостей відібраного матеріалу вимогам експлуатації | 14        |  |
|   | <b>Разом</b>                                                                                                                          | <b>54</b> |  |

## 9. Індивідуальні завдання

Немає

## 10. Методи навчання

Проведення лекцій, практичних робіт, індивідуальних консультацій (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, що видані на кафедрі (методичні посібники).

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді здачі практичних робіт, модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

## 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 |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>Модуль 1</b>                     |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист практичних робіт | 6...10                          | 3                          | 18-30                   |
| Модульний контроль                  |                                 |                            | 15-25                   |
| <b>Модуль 2</b>                     |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист практичних робіт | 6-10                            | 2                          | 12...20                 |
| Модульний контроль                  |                                 |                            | 15-25                   |
| <b>Усього за семестр</b>            |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

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

Білет для заліку складається з 4 питань за кожне з яких студент може отримати до 25 балів (сума – 100 балів).

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

### Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- закономірності формування фізико-механічних та технологічних властивостей матеріалів,
- методології прийняття рішення при виборі матеріалів і методів їх обробки

на основі інформаційних баз даних.

- основні функціональні властивості матеріалів,
- основні методи, що дозволяють надати матеріалу необхідні експлуатаційні властивості, шляхом впливу на його структуру і склад.
- методи поліпшення властивостей,
- формування вимог до деталей конструкцій АКТ
- основи роботи з довідниками та технічною документацією щодо вибору матеріалів.

**Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:**

- визначати основні функціональні властивості матеріалів,
- визначати основні методи, що дозволяють надати матеріалу необхідні експлуатаційні властивості, шляхом впливу на його структуру і склад.
- вибрати матеріали АКТ на основі аналізу їх експлуатаційних властивостей, методів поліпшення властивостей, вартості та доступності матеріалів.
- формувати вимоги до деталей конструкцій АКТ
- працювати з довідниками та технічною документацією щодо вибору матеріалів.

**12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру**

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі практичні завдання та здати модульні заняття задовільно.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, добре захистити всі практичні завдання, здати модульний контроль та позааудиторну самостійну роботу.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

**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. Карпов Я.С., Попова Е.Г. Инженерное материаловедение. Структура и свойства твердых тел. Харьков, ХАИ, 2009. – 143 с.
2. Карпов Я.С., Демченко В.Ф., Лепихин П.П., Попова Е.Г., Сиккульский В.Т., Тараненко И.М., Ястремская Т.А. Основные понятия материаловедения. Харьков, ХАИ, 2008. – 240 с.

3. Карпов Я.С. Инженерное материаловедение. Часть 1. Свойства и структура материалов / Я. С. Карпов, Ю. А. Николаева, В. В. Остапчук, О. Г. Попова, І.М. Тараненко – Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2017. – 96 с.
4. Карпов Я.С. Инженерное материаловедение. Часть 2. Зависимость свойств материалов от их строения/ Я.С. Карпов, Ю.А. Николаева, В.В. Остапчук, О.Г. Попова, І.М. Тараненко– Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», 2017. – 172 с.
5. Карпов Я.С. Инженерное материаловедение. Часть 1. Свойства и структура материалов / Я.С. Карпов, Ю.А. Николаева, В.В. Остапчук, О.Г.Попова, І.М. Тараненко– Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», 2017. – 96 с.
6. Карпов Я.С. Инженерное материаловедение. Часть 3. Методы и способы изменения свойств конструкционных материалов. / Я.С. Карпов, Ю.А. Николаева, В.В. Остапчук, О.Г.Попова, І.М. Тараненко– Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2017. – 140 с.

## **14. Рекомендована література**

### **Базова**

- Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М. Машиностроение, 1990. – 528 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. М. Металлургия, 1977.- 647 с.
3. Мозберг Р.К. Материаловедение. Таллин: Валгус. 1976. – 554с.
4. Материаловедение: Учеб. для вузов/ Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.И. и др.; Под общ.ред. Арзамасова Б.Н.-М.:Машиностроение, 1985.-384с.,ил.

### **Допоміжна**

1. Борисевич В.К., Виноградский А.Ф., Семишов Н.И. Конструкционное материаловедение. Харьков, ХАИ, 1998. – 404 с.
2. Механіка руйнування та міцність матеріалів. Довідковий посібник. Під ред.. В.В. Панасюка, Львів, вид-во «Сполом» 2007р. 1066 с.
3. Моляр, А.Г. Конструкционные материалы в самолетостроении. А.Г. Моляр, А.А. Коцюба, А.С. Бычков, О.Ю. Нечипоренко, Киев, КВИЦ, 2015, 396 с.
4. Конструкционные материалы: Справочник / Под общ. Ред.. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990 – 687 с.
5. Испытания материалов. Справочник / Под ред.. Х. Блюменауэра. – М.: Металлургия, 1974. 447 с.

## **15. Інформаційні ресурси**

1. сайт кафедри [www.k403.khai.edu](http://www.k403.khai.edu).