



## НАЗВА КУРСУ

# Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий магістерський
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Освітня програма	Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс(магістр) 2 семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість годин: 120; лекції – 36 год; лабораторні заняття – 18 год; самостійна робота – 62 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Згідно розкладу на сайті університету: rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська, англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	<b>Лектор:</b> к.т.н. Конотоп Дмитро Ігорович, <a href="mailto:konotop.dmitriy@gmail.com">konotop.dmitriy@gmail.com</a> , тел. +38(050)7781208, к.т.н., доцент Казакевич Михайло Леонідович, <a href="mailto:m_kazakevich@ukr.net">m_kazakevich@ukr.net</a> , тел. +38(050)3864311 <b>Лабораторні:</b> к.т.н. Конотоп Дмитро Ігорович, <a href="mailto:konotop.dmitriy@gmail.com">konotop.dmitriy@gmail.com</a> , тел. +38(050)7781208, к.т.н., доцент Казакевич Михайло Леонідович, <a href="mailto:m_kazakevich@ukr.net">m_kazakevich@ukr.net</a> , тел. +38(050)3864311
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MzgxNDUzMzczODE5?cjc=tyfgbkn">https://classroom.google.com/c/MzgxNDUzMzczODE5?cjc=tyfgbkn</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

В авіа- та ракетобудуванні стало намітилася тенденція заміщення металів і сплавів сучасними конструкційними матеріалами – композиційними полімерними і іншими матеріалами. Їх унікальні характеристики дозволяють суттєво зменшити масо-габаритні характеристики, втілити в одному виробі з композиційного матеріалу цілий ряд окремих деталей. При цьому їх виробництво відзначається високою технологічністю і продуктивністю. Всі наведені фактори обумовили те, що сучасні літальні апарати мають в своєму складі агрегати що містять в своїй конструкції до 90% виробів з композиційних матеріалів. Процес витіснення металів і заміна їх виробами з композиційних матеріалів буде лише посилюватися, що говорить про важливість і перспективність опанування цієї дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів знань про: структуру та властивості композиційних конструкційних матеріалів, які застосовуються в аерокосмічній галузі; особливості складу та властивості композиційних конструкційних та електроізоляційних матеріалів для літаків, ракет та вертольотів, уявлення про технологічні процеси отримання виробів із полімерних композиційних матеріалів, технологічну оснастку для їх виготовлення. Вивчення дисципліни підсилює компетентності освітньої програми: ФК 2 Здатність кваліфіковано обирати клас матеріалів для елементів конструкцій авіаційної та ракетно-космічної техніки; ФК 6 Здатність проводити роботи з

підготовки виробництва об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки з використанням новітніх технологій.

Предметом навчальної дисципліни "**Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі**" є процеси, правила, технології виготовлення складових (армуючих елементів, зв'язуючих тощо) і виробів з них. Складність задачі полягає в необхідності передбачати залежність властивостей виробів з композиційних матеріалів від характеристик вхідних компонентів та структурно-технологічних параметрів.

Вивчення цієї дисципліни вимагає наявності у студентів професійних навичок користування персональними комп'ютерами, а також володіння основними методами програмування. Для опанування навчального курсу "**Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі**" базовими є знання з вищої математики, фізики, хімії, програмування і чисельних методів.

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни "**Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі**" є однією з основ вивчення дисциплін орієнтованих на проектування конструкцій літальних апаратів, що дозволяє самостійно розробляти нові методи автоматизованого проектування елементів конструкції складних технічних об'єктів, виконувати розробку дипломної роботи на високому кваліфікаційному рівні.

Дисципліна доповнює програмні результати освітньої програми магістра: ПРН 9 Вміння обґрунтовано призначати клас матеріалів для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки; ПРН 19 Вміння, на основі знань та розуміння особливостей конструкції та робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки формулювати та розв'язати науково-технічні задачі щодо розроблення їх новітніх зразків.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для опанування начального курсу "**Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі**" базовими є знання з курсів «Вищої математики», «Фізики», «Хімії». Найбільш ключові базові знання полягають на положеннях групи дисциплін авіаційного матеріалознавства і технологічного спрямування

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни "**Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі**", є однією з основ вивчення дисциплін, орієнтованих на новітні технології в авіації і космонавтиці, також дозволяють студентам, в процесі написання магістерської дисертації виконувати розробку дипломної роботи на високому кваліфікаційному рівні.

### **1. Зміст навчальної дисципліни**

**Теоретичний курс** дисципліни складає 36 академічних годин і містить наступні розділи і теми:

РОЗДІЛ 1. Композиційні матеріали.

Типи і технологічні характеристики полімерних композиційних матеріалів.

Особливості проектування виробів з композиційних матеріалів

Зв'язуючі і армуючі складові в КМ, їх підготовка, приготування.

Матриці полімерних композитів. Зв'язуючі на основі ненасичених складних ефірів. Епоксидні зв'язуючі. Затвердження зв'язуючих.

Загальна характеристика методів виробництва КМ. Дослідження фізико-механічних характеристик КМ.

Види армування в композиційних матеріалах. Складні волокна, їх механічні властивості. Ткані матеріали на основі скловолокон. Металеві та керамічні армуючі матеріали.

Композити з вуглецевими матеріалами.

Неполімерні матриці. Характеристики і особливості виготовлення.

Особливості технічної діагностики КМ.

РОЗДІЛ 2. Неруйнівний контроль конструкцій з композитних матеріалів.

Загальні питання промислового застосування засобів неруйнівного контролю. Види дефектів та комплексні системи контролю якості продукції.

Питання діагностики та ремонту окремих аерокосмічних конструкцій. Методи та засоби течешукання окремих конструкцій літака.

Особливості методів та засобів контролю виробів з композиційних матеріалів.

Виробнича практика застосування методів неруйнівного контролю в авіації.

РОЗДІЛ 3. Системи захисту від обледеніння літальних апаратів з композиційними деталями.

Аналіз існуючих методів для системи запобігання обледенінню літаків.

Дослідження та аналіз особливостей електропровідних композицій з використанням вуглецевих наноматеріалів.

Приклади впровадження композиційних матеріалів в сучасному авіабудуванні, технічної діагностики конструкцій неруйнівним способом та технологій протиобліднення в аерокосмічній галузі.

Метою практичних занять є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях і набуття професійних знань з практичного використання теоретичного багажу. Студенти знайомляться з технологічними процесами отримання виробів із полімерних композиційних матеріалів, з їх механічною обробкою, з особливостями процесу різання композитів, особливостями інструментів для обробки, з впливом механічної обробки на властивості композитів. Навчаються розробляти технологічну оснастку для виготовлення виробів. Кожне практичне заняття проводиться протягом 2 ак. год. Практичні заняття рівномірно розподілені протягом навчального семестру і тематично пов'язані з лекційним матеріалом.

#### **Тематика лабораторних занять:**

Лабораторне заняття 1. Особливості проектування та впровадження виробів з композиційних матеріалів. (Тема 2.1)

Лабораторне заняття 2. Розрахунок пружних констант односпрямованих композитів, армованих безперервними волокнами.

Лабораторне заняття 3. Розрахунок границі міцності односпрямованих композитів при розтягу залежно від довжини волокон.

Лабораторне заняття 4. Розрахунок деформацій і напружень в шарах ортогонально армованих композиційних. (Тема 3.2)

Лабораторне заняття 5. Метод вакуумного формування, автоклавного пружного формування, жорсткого формування

Лабораторне заняття 6. Методи намотування і пултрузії.

Лабораторне заняття 7. Формування виробів із полімерних композитів.

Лабораторне заняття 8. Методи виробництва сендвічевих композиційних матеріалів.

Лабораторне заняття 9. Механічна обробка виробів із композитів.

#### Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література:

1. Г.Е.Фрегер та ін. Основи механіки та технології композиційних матеріалів- Навчальний посібник. Київ: Арістей, 2004.-524с.
2. Василь Копань. Композиційні матеріали. Посібник. -К.: Пульсари, 2004.-196 с.
3. В.М.Гарнець, В.М.Коваленко. Конструкційне матеріалознавство. К.: Либіль, 2007, 384 с.
4. Гайдачук В.Е., Карпов Я.С. Композиційні матеріали в конструкціях летальних апаратів. Навчальний посібник. -Харків: ХА, 1986.-478 с.
5. Гайдачук В.Е., Карпов Я.С, Кириченко В.В., Щербаков ВТ. Армуючі матеріали та зв'язуючі для композитів: Навчальний посібник. -Харків: ХАІ, 1991. - 243 с.

6. Карпинос Д.М., Тучинський Л.И., Вишняков Л.Р. Нові композиційні матеріали. - К.: Вища школа, 1977. - 312 с.
7. «Авіаційні матеріали та їх технології». Конспект лекцій. Ю. В. Ключников, О. Т. Сердітов, В. Л. Дубнюк. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. Електронне мережне навчальне видання  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48971/2/Aviatsiini\\_materialy.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48971/2/Aviatsiini_materialy.pdf)
8. О.М. Князев. Композиційні матеріали у ракетобудуванні.  
[https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27439/2/VII\\_MNTK\\_2018v1\\_Kniazev\\_O\\_M-Composite\\_materials\\_in\\_33-34.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27439/2/VII_MNTK_2018v1_Kniazev_O_M-Composite_materials_in_33-34.pdf)
9. Механіка руйнування і міцність матеріалів. Під редак. В.В. Панасюка. Львів: ФМІ ім. Г.В. Карпенка, 2006.
10. Ресурс и долговічність авіаційної техніки. Игнатович С.Р. та ін.. К.: НАУ, 2015.
11. Механіка руйнування та міцність матеріалів. Т.4. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных матеріалів. Романив О.Н. та ін. К.: Наукова думка, 1990.
12. Лабораторний практикум з дисципліни «Оптичний, тепловий та радіохвильовий контроль». — Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1997.
13. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни «Оптичний, тепловий та радіохвильовий контроль». — Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1997.
14. Маєвський С. М., Бабак В. П., Щербак Л. М. Основа побудови систем аналізу сигналів у неруйнівному контролі: Навч. посібник для студ. вузів, які навчаються за спец «Фізичні методи та прилади інтроскопії». — К.: Либідь, 1993. — 200 с.
15. Храмов В. А. Первинні вимірювальні перетворювачі вимірювальних приладів і автоматичних систем: Навч.посібник. — К.: Вища школа, 1998. — 527 с.
16. Бублик Г. Ф. Фізичні процеси в приладах і системах: Навч. посібник. — К.: Либідь, 1997.-200 с.
17. Білокур І. П. Основи дефектоскопії: Підручник. — К.: «Азимут-Україна», 2004. — 496 с.
18. Білокур І. П. Елементи дефектоскопії при вивченні неруйнівного контролю. — К.: НМК ВО, 1990. — 252 с.
19. Казакевич, М. Л. Механіка матеріалів і конструкцій. Лабораторний практикум (Частина 2) [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка / М. Л. Казакевич, В. В. Сухов, О. Г. Архипов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 1,5 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 84 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/568972>

Додаткова література:

20. ДСТУ EN ISO 9934-1. Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Часть 1. Загалькі вимоги.
21. ДСТУ EN ISO 9934-2. Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Часть 2. Средства контроля.
22. ДСТУ EN ISO 3059:2007 Неруйнівний контроль. Капілярний та магнітопорошковий контроль. Умови огляду
23. ДСТУ EN 10228-1:2005 Контроль поковок з сталі Неруйнівний контроль. Часть 1. Контроль магнітопорошковий

24. ДСТУ EN ISO 9712:2014 «Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю». // 2016. – 43 с.
25. ДСТУ EN 4179:2017 «Аерокосмічна серія. Кваліфікація і атестація персоналу для неруйнівного контролю». // 2017. – 31 с.
26. SNT-TC-1A «Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing» // The American Society for Nondestructive Testing. – 2011. – 40 p.
27. III науково-технічна конференція “НК в контексті асоційованого членства України в ЄС” 17-19 вересня 2019 року, м. Київ, Україна
28. ISO/TR 25107:2018 «Non-destructive testing – NDT training syllabuses» // Published in Switzerland. – 2018. – 108 p.
29. Андреев О.В. Докторська дисертація. НАУ, 2020 (УДК 629.735.33/621.763) [https://nau.edu.ua/download/specrada/dis\\_%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2.pdf](https://nau.edu.ua/download/specrada/dis_%D0%90%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%B5%D0%B2.pdf)
30. Композитні та порошкові матеріали: навчальний посібник / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, М.Д. Мельничук, О.Л. Садова; за заг. ред. П.П. Савчука. [Рукопис] – Луцьк: Видавець: ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с. <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%9F%D0%9E%D0%97%D0%98%D0%A2%D0%9D%D0%86%20%D0%A2%D0%90%20%D0%9F%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%A8%D0%9A%D0%9E%D0%92%D0%86%20%D0%9C%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%A0%D0%86%D0%90%D0%9B%D0%98.pdf> \

Електронні ресурси:

1. <https://arb.kpi.ua>.
2. <http://iat.kpi.ua>
3. <http://kpi.ua>.

## Навчальний контент

### 2. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на викладання протягом одного семестра. Аудиторне навантаження складається з лекцій – 36 ак. год. Та лабораторних занять – 18 ак. год. Аудиторні заняття рівномірно розподілені протягом семестру, що дозволяє здобувачам вищої освіти планомірно організовувати і планувати свою роботу.

Метою лекцій з дисципліни "Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі" є набуття студентами багажу теоретичних знань які охоплюють всі стадії життя КМ: проектування, розробка технології виготовлення складових, технології виготовлення виробу, механічної обробки і контролю якості виробу неруйнівними і руйнівними методами. Особлива увага приділяється відмінності композиційних матеріалів від традиційних металевих, що вимагає від проектувальника особливих знань, які охоплюють різні галузі знань. Розуміння відмінності конструкції виробу з композиційних матеріалів внаслідок анізотропності механічних характеристик матеріалів і поєднання процесів створення виробів з технологічними процесами виробництва складових майбутнього композита.

Лекційний матеріал рівномірно розподілений протягом навчального семестру.

РОЗДІЛ 1. Композиційні матеріали.

Лекція 1: Композиційні матеріали в сучасній аерокосмічній галузі. Тенденції впровадження в конструкції літальних апаратів.

Лекція 2 Класифікація КМ за структурою та їх властивостями.

Лекція 3 Специфіка проектування і використання композиційних матеріалів.

Лекція 4 Композиційні матеріали як окремий вид конструкційних матеріалів.

Лекція 5 Типи і технологічні характеристики полімерних композиційних матеріалів.

Лекція 6: Зв'язуючі і армуючі складові в КМ, їх підготовка, приготування.

Лекція 7: Види армування в композиційних матеріалах, які впроваджуються в аерокосмічній галузі. Скляні волокна, ткані матеріали на основі скловолокон.

Лекція 8 Вуглецеві (графітові) волокна. Борні волокна. Органічні волокна. Їх властивості.

Лекція 9 Матриці полімерних композитів. Зв'язуючі на основі ненасичених складних ефірів. Епоксидні зв'язуючі. Технології для зв'язуючих.

Лекція 10: Неполімерні матриці. Характеристики і особливості виготовлення.

Лекція 11 Композити з вуглецевими матеріалами.

Лекція 12: Композиційні матеріали з металевою матрицею

Лекція 13 Загальна характеристика методів виробництва КМ для аерокосмічній галузі. Дослідження фізико-механічних характеристик КМ.

## **РОЗДІЛ 2. Неруйнівний контроль конструкцій з композитних матеріалів.**

Лекція 14 Загальні питання промислового застосування засобів неруйнівного контролю. Види дефектів та комплексні системи контролю якості продукції з композитів.

Лекція 15 Особливості технічної діагностики КМ. Особливості методів та засобів контролю виробів з композиційних матеріалів.

Лекція 16 Питання діагностики та ремонту окремих аерокосмічних конструкцій. Методи та засоби течешукання та герметичності.

## **РОЗДІЛ 3. Системи захисту літальних апаратів від обледеніння**

Лекція 17: Аналіз існуючих композицій для системи запобігання обледенінню літаків.

Лекція 18 Дослідження та аналіз особливостей електропровідних композицій з використанням вуглецевих наноматеріалів.

Метою практичних занять є закріплення на практиці знань, отриманих на лекціях і набуття професійних знань з практичного використання теоретичного багажу. Студенти знайомляться з технологічними процесами отримання виробів із полімерних композиційних матеріалів, з їх механічною обробкою, з особливостями процесу різання КМ, особливостями інструментів для обробки, з впливом механічної обробки на властивості КМ. Навчаються розробляти технологічну оснастку для виготовлення виробів. Кожне практичне заняття проводиться протягом 2 ак. год. Практичні заняття рівномірно розподілені протягом навчального семестра і тематично пов'язані з лекційним матеріалом.

### **Тематика лабораторних занять:**

Лабораторне заняття 1. Особливості проектування та впровадження виробів з композиційних матеріалів. (Тема 2.1)

Лабораторне заняття 2. Розрахунок пружних констант односпрямованих композитів, армованих безперервними волокнами.

Лабораторне заняття 3. Розрахунок границі міцності односпрямованих композитів при розтягу залежно від довжини волокон.

Лабораторне заняття 4. Розрахунок деформацій і напружень в шарах ортогонально армованих композиційних. (Тема 3.2)

Лабораторне заняття 5. Метод вакуумного формування, автоклавного пружного формування, жорсткого формування

Лабораторне заняття 6. Методи намотування і пултрузії.

Лабораторне заняття 7. Формування виробів із полімерних композитів.

Лабораторне заняття 8. Методи виробництва сендвічевих композиційних матеріалів.

Лабораторне заняття 9. Механічна обробка виробів із композитів.

Календарний план організації навчального процесу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

№ тижня	№ лекції	№ лабораторного заняття
1	Лекція 1	Лабораторне заняття 1
2	Лекція 2	
3	Лекція 3	Лабораторне заняття 2
4	Лекція 4	
5	Лекція 5	Лабораторне заняття 3
6	Лекція 6	
7	Лекція 7	Лабораторне заняття 4
8	Лекція 8	
9	Лекція 9	Лабораторне заняття 5
10	Лекція 10	
11	Лекція 11	Лабораторне заняття 6
12	Лекція 12	
13	Лекція 13	Лабораторне заняття 7
14	Лекція 14	
15	Лекція 15	Лабораторне заняття 8
16	Лекція 16	
17	Лекція 17	Лабораторне заняття 9
18	Лекція 18	Атестація
19		ЗАЛІК

### 3. Самостійна робота студента

Обсяг самостійної роботи протягом семестру складає 62 ак. год. Структура самостійної роботи наступна.

На самостійне опрацювання виносяться теми рефератів:

1. Радіопоглинаючі композиційні матеріали в сучасній аерокосмічній галузі. Тенденції впровадження в конструкції, специфіка проектування і використання (2 ак. год.).

2. Приклади впровадження композиційних матеріалів в сучасному авіабудуванні, технічної діагностики конструкцій неруйнівним способом та технологій протиобліденіння в аерокосмічній галузі. (2 ак. год.).

Протягом вивчення дисципліни студенти виконують Контрольну Роботу, присвячену вибору оптимальних силових і геометричних характеристик двошарових ортогональноспрямованих композиційних матеріалів (10 ак. год.).

Підготовка до аудиторних занять (21 ак. год.).

Проведення розрахунків первинних даних отриманих на лабораторних заняттях (21 ак. год.)

Підготовка до заліку (10 ак.год.)

## Політика та контроль

### 4. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим і здійснюється за затвердженим розкладом або згідно з індивідуальним планом здобувача вищої освіти. В разі пропуску лекцій студент опрацьовує її електронний варіант і викладає основні положення у короткому рефераті. Відпрацювання пропущених практичних занять проводиться наприкінці семестру за окремим затвердженим графіком.

На аудиторних заняттях мобільні телефони мають бути відключені. Складні моменти тем, що виносяться на лекції можуть доручатися здобувачам вищої освіти для підготовки коротких доповідей до обговорень з метою збільшення активності слухачів. Завдання до виконання практичних занять видаються кожному студенту індивідуально, захищаються на черговому за розкладом практичному занятті. Завдання оформлюються у вигляді звітів.

Контрольна робота видається на початку семестра індивідуально кожному студенту і захищається у вигляді письмово виконаної роботи, що містить розрахунки і необхідний графічний матеріал (рисунок, графіки тощо) індивідуально за окремим графіком.

На практичних заняттях технологічного спрямування демонструються навчальні відеофільми відповідної тематики, в тому числі підготовлені за участю здобувачів вищої освіти і з їх супроводженням і коментарями.

Питання, що мають дискусійний характер або можливості розв'язку різними методами, способами, технологіями підлягають обговоренню на практичних заняттях. Кожен з варіантів рішення проблеми готується відповідним доповідачем, а найкращий варіант визначається в процесі дискусійного обговорення групою.

Використовують наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За участь в інститутській олімпіаді з дисципліни нараховується 5 балів, за роботу з удосконалення дидактичного матеріалу з дисципліни нараховується 5 балів, за підготовку і супроводження навчального відеофільму нараховується 3 бали. За підготовку міні доповіді з варіативного і дискусійного питання нараховується 3 бали, за творчий підхід до роботи, активну участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів.

За відсутність на практичному та лабораторному заняттях без поважних причин знімається 2 бали. В разі визначення плагіату при виконанні контрольної роботи, або не самостійного виконання задач практичних занять їх результати анулюються.



## 5. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за наступне:

- виконання і відповіді на практичних заняттях;
- виконання контрольної роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1. Лабораторні

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів дорівнює 4 балів x 9 = 36 бали.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 4;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 1...3;
- не підготовлений – 0.

### 2. Контрольна робота

Ваговий бал – 8.

Максимальна кількість балів дорівнює 8 балів x 1 = 8 балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 8;
- неповне виконання завдання – 3...6;
- незадовільне виконання – 0.

Штрафні та заохочувальні бали:

- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: +2...4 бали;
- відсутність на практичному занятті без поважної причини: –2 бал.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 4.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 36 + 8 = 44 \text{ бали.}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання усіх практичних занять та КР.

### 3. Залік

Залікова складова шкали дорівнює 56 % від R, а саме 56 балів, і складається з теоретичної частини, що містить два питання з різних тем.

За кожне питання питання за умови вільного володіння матеріалом, відповіді на усі додаткові питання – 28 балів;

досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 20 балів;

невпевнена відповідь на основне питання, не має відповіді на додаткові питання – 10 балів;

не має відповіді на основне питання – 0 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає

$$R = R_C + R_E = 44 + 56 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш, ніж 12 балів ( за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 20 балів).

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш, ніж 24 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 40 балів).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **6. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Класифікація композиційних матеріалів.
2. Залежність властивостей КМ від складових компонентів.
3. Переваги сучасних КМ.
4. Недоліки сучасних КМ.
5. Класифікація армувальних елементів.
6. Особливості проектування та впровадження виробів з композиційних матеріалів.
7. Вуглецеві волокна. Їх властивості.
8. Металеві армуючі елементи. Їх властивості..
9. Дослідження фізико-механічних характеристик компонентів виробів із КМ.
10. Тепловий контроль композитних авіаконструкцій.
11. Методи технічної діагностики композиційних матеріалів
12. Руйнівні методи контролю композиційних матеріалів
13. Дослідження міжшарової міцності волокнистих композитів.
14. Визначення характеристик волокнистих армувальних елементів.
15. Приклади впровадження композиційних виробів з вуглецевими наноматеріалами в сучасному авіабудуванні.
16. Способи захисту від обледеніння БПЛА з композитних матеріалів.

Дисципліна "Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі" відноситься до сучасних проблемно-орієнтованих дисциплін, яка знаходиться на етапі становлення. Цей етап відрізняється різноманітністю підходів і можливістю активного творчого ставлення дослідників з можливістю впливати на подальший розвиток дисципліни. Розвиток теорії композиційних матеріалів, технологій їх виготовлення та впровадження переживають на цей час бурний розвиток і випереджають темпи розвитку класичних конструкційних матеріалів в рази. Такі умови передбачають використання при опануванні дисципліни не лише запропонованої літератури, а і сучасних наукових статей, монографій і інших джерел інформації.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено: к.хім.н., с.н.с. Казакевич Михайло Леонідович, к.т.н. Конотоп Дмитро Ігорович

Ухвалено кафедрою авіа- та ракетобудування (протокол № 7 від 22.09.2023)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол №\_7/23 від 25.09.2023)

## НАЗВА КУРСУ

### COMPOSITE MATERIALS IN AEROSPACE INDUSTRY. (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	First(bachelor), second(master)
Галузь знань	13 Mechanical engineering
Спеціальність	134 Aviation and rocket and space technology
Освітня програма	Engineering of aviation and rocket-space systems
Статус дисципліни	Selective
Форма навчання	daytime
Рік підготовки, семестр	1 st(master), sping semester
Обсяг дисципліни	72 hour
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Test
Розклад занять	According to the schedule on the university website: rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Ukrainian, English
Інформація про керівника курсу / викладачів	<b>Lecturer:</b> Associate Professor Kazakevych Mykhaylo Leonidovych, PhD, kazakevich.m@gmail.com, tel. +38(050)3864311 <b>laboratory:</b> PhD Konotop Dmytro Ihorovych, konotop.dmitriy@gmail.com , tel. +38(050)7781208
Розміщення курсу	

Description of the educational discipline, its purpose, subject of study and learning outcomes

In aircraft and rocket engineering, the trend of replacing metals and alloys with modern structural materials - composite polymer and other materials - has begun to emerge. Their unique characteristics make it possible to significantly reduce the weight and size characteristics, to embody a number of separate parts in one product made of composite material. At the same time, their production is characterized by high technology and productivity. All of the above factors led to the fact that modern aircraft have units that contain up to 90% of composite materials in their design. The process of displacing metals and replacing them with products made of composite materials will only intensify, which indicates the importance and perspective of mastering this discipline. The purpose of the educational discipline is to provide students with knowledge about: the structure and properties of composite structural materials used in the aerospace industry; features of the composition and properties of composite structural and electrical insulation materials for airplanes, missiles and helicopters, an idea of the technological processes of obtaining products from polymer composite materials, technological equipment for their production. The study of the discipline strengthens the competences of the educational program: The ability to choose the class of materials for elements of aviation and rocket and space engineering structures in a qualified manner.