

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів

Design and manufacture of structures made of composite materials

рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни: *обов'язкова*

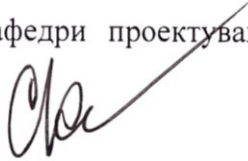
мова викладання: *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" спеціальності G12 "Авіаційна та ракетно-космічна техніка" освітньо-професійної програми «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів»

«8» 05 2025 року. – 17 с.

Розробник:

Копійка С.В. – кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування та виробництва конструкцій із композиційних матеріалів.



Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук, доцент



Наталя СОЛОМОНЮК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри на засіданні кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля

Протокол № 9 від 13.05 2025 року.

Завідувач кафедри



Леонтій КОРОСТИЛЬОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 6 від 20.05 2025 року.

Голова НМК КННІ, к.т.н., доцент



Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» погоджено з навчальним відділом.

Голова відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від 25.06 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Опис навчальної дисципліни.....	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни.....	5
3	Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4	Очікуванні результати навчання	6
5	Програма навчальної дисциплін	7
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	12
7	Форми поточного та підсумкового контролю	12
8	Критерії оцінювання результатів навчання	16
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	16
10	Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

В процесі опанування дисципліни «Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів» здобувачі вчаться розробляти оптимальні конструкції із композиційних матеріалів різноманітного призначення, враховуючи особливості складу і анізотропної структури матеріалу, здійснювати раціональний вибір компонентів композиційних матеріалів, їх кількості та структури армування, оформляти технологічну та конструкторську документацію;

Здобувач знатиме основні типи інженерних конструкцій, особливості їх роботи, методи підвищення надійності та працездатності конструкцій, критерії оптимізації конструкцій, перелік основних конструкторських документів та стандартів, які використовуються при проектуванні виробів та постановки їх на виробництво.

Ключові слова: *композиційний матеріал, проектування, оптимізація, анізотропія, надійність і працездатність конструкції.*

Abstract

In the process of mastering the discipline 'Design and manufacture of structures made of composite materials', students learn to develop optimal structures made of composite materials for various purposes, taking into account the peculiarities of the composition and anisotropic structure of the material, to make a rational choice of composite material components, their quantity and reinforcement structure, to prepare technological and design documentation;

The applicant will know the main types of engineering structures, features of their operation, methods of increasing the reliability and performance of structures, criteria for optimising structures, a list of basic design documents and standards used in the design of products and their production.

Keywords: *composite material, design, optimisation, anisotropy, reliability and performance of a structure.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» (0716 Motor vehicles, ships and aircraft)	Професійної підготовки
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність G12 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»	Семестри
Індивідуальне науково-дослідне завдання <i>Курсовий проєкт</i>		7-й, 8-й
		Лекції
		60 год.
Загальна кількість годин – 270		Практичні
		30 год.
		Лабораторні
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи – 6	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	-
		Самостійна робота
		180 год.
		Індивідуальні завдання: - Курсовий проєкт – 90 год.
		Форма контролю комбінована
		Екзамен (7семестр), Залік (8 семестр).

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів” є формування у здобувачів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК Здатність розв’язувати складні спеціалізовані та практичні задачі і проблеми у сфері розробки, виробництва та сертифікації авіаційної та ракетно-космічної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

К06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

K15. Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем (відповідно до спеціалізації).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Опір матеріалів», «Основи технології матеріалів», «Основи конструювання машин»

4. Очікувані результати навчання

Вивчення дисципліни “Проектування та конструювання виробів із композиційних матеріалів” передбачає формування у Здобувачів таких результатів навчання:

ПР16. Застосовувати сучасні методи проектування, конструювання та виробництва елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПР17. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПР18. Пояснювати послідовність проектування, виробництва, випробування та (або) сертифікації елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки.

ПР21. Демонструвати обізнаність в галузі теоретичного та інструментального забезпечення взаємозамінності деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки

5 Програма навчальної дисциплін

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Проектування стрижневих та площинних конструкцій

Тема 1. Проектування та розрахунок стрижневих конструкцій.

Основні гіпотези про умови роботи ферменних конструкцій. Статично визначені ферми. Графічні та аналітичні методи розрахунку ферменних конструкцій. Метод Кремони. Метод вирізання вузлів. Метод перерізів.

Статично невизначені ферми. Методи розрахунку: метод сил, метод переміщень. Особливості проектування розтягнутих та стиснутих стрижнів.

Література: [1], с. 193 – 201.

Тема 2. Проектування та розрахунок площинних підкріплених конструкцій.

Класифікація перекриттів. Граничні умови для балок перекриттів. Визначення розмірів приєднаного пояса. Балки головного напрямку та перехресні зв'язки. Розподілення зовнішніх навантажень між балками головного напрямку та перехресними зв'язками.

Взаємодія між балками головного напрямку та перехресними зв'язками, умови сумісної роботи. Розрахунок перекриттів з невеликою кількістю балок за допомогою таблиць згину балок.

Література: [1], с. 202 – 254.

Змістовний модуль 2. Проектування оболонок.

Тема 3. Проектування та розрахунок підкріплених оболонок.

Основні поняття та припущення. Переміщення, деформації, зусилля та моменти в циліндричній оболонці при осесиметричних навантаженнях. Рівняння рівноваги елемента оболонки. Моментний та безмоментний напружено-деформований стан оболонок. Розрахунок на згин та стійкість циліндричних оболонок, які підкріплені кільцевими ребрами жорсткості.

Література: [1], с. 403 – 504, [5], с. 45 – 64.

Тема 4. Проектування та розрахунок балонів тиску.

Оболонки обертання, отримані намотуванням. Нитяна модель композиційного матеріалу. Основні співвідношення напружено-деформованого стану оболонки обертання. Умови рівноваги нитки на поверхні оболонки. Конус тертя. Геодезичне намотування.

Класифікація балонів тиску. Балони тиску отримані намотуванням одним рядом ниток, оптимізація, їх форми та структури армування. Комбіновані балони тиску, їх переваги та недоліки.

Література: [1], с. 273 – 305.

Змістовний модуль 3. Проектування композитних накопичувачів енергії

Тема 5. Проектування та розрахунок механічних накопичувачів енергії.

Перспективи використання композиційних матеріалів в конструкціях механічних накопичувачів енергії. Конструктивні типи анізотропного диску при обертанні. Оптимізація структури армування плоского диску. Оптимізація форми рівно напруженого диску.

Література: [2], с. 107 – 116.

Модуль 2

Змістовний модуль 1. Розробка нормативно-технічної, технічної та технологічної документації при розробці продукції

Тема 1 Етапи розробки продукції.

Об'єкти, суб'єкти розробки продукції. Патентне дослідження. Ініціація розробки продукції. Науково-дослідна робота. Ескізний проект. Технічний проект. Робочий проект. Експериментальний зразок. Експертизи. Дослідний зразок. Випробування. Постановка продукції на виробництво. Авторський нагляд.

Дослідно-конструкторська розробка (ДКР). Дослідно-технологічна розробка (ДТР). Склад документації ДКР, ДТР. Склад документації робочого проекту. Технологічна проробка конструкції. Технічне завдання на розробку продукції.

Література: [1], с. 16 – 30.

Тема 2 Стратегія проектування

Моделювання вигляду конструкції. Моделювання впливу факторів на конструкцію. Конструктивно-силова схема. Раціональна конструкція. Оптимальна конструкція. Коефіцієнт запасу властивостей.

Література: [3], с. 425 – 430.

Змістовний модуль 2. Оптимізаційне проектування

Тема 3. Методи одно параметричної оптимізації.

Критерії оптимізації. Цільова функція. Параметри. Обмеження-рівняння. Обмеження-нерівняння. Зменшення кількості параметрів оптимізації. Методи оптимізації. Методи безумовного пошуку. Метод загального пошуку. Метод поділення навпіл. Метод дихотомії. Метод золотого перерізу. Метод Фібоначчі. Оптимізація з компромісними критеріями. Метод зважених оцінок.

Література: [3], с. 432 – 440, [4], с. 8 – 20, 40 – 50.

Тема 4 Методи багато параметричної оптимізації.

Метод по координатного спуску (підйому). Метод Флетчера-Рівса. Метод змінної метрики. Метод Девідсона-Флетчера-Рівса. Транспортний метод. Метод виключення областей. Метод сіткового пошуку. Метод проекції градієнту. Метод найшвидшого підйому (спуску). *Література:* [4], с. 75 – 106.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
лекції		практ.	лаб.	с.р.	
Модуль 1(М1)					
Змістовий модуль 1. Проектування стрижнів та площинних конструкцій (ЗМ1)					
Тема 1. Проектування та розрахунок стрижневих конструкцій	15	6	2	—	6
Тема 2. Проектування та розрахунок площинних підкріплених конструкцій.	15	6	4	—	6
Разом за ЗМ1	30	12	6	—	12
Змістовий модуль 2. Проектування оболонок (ЗМ2)					
Тема 3. Проектування та розрахунок підкріплених оболонок.	15	6	4	—	6
Тема 4. Проектування та розрахунок балонів тиску.	15	6	2	—	6
Разом за ЗМ2	30	12	6	—	12
Змістовий модуль 3. Проектування композитних накопичувачів енергії (ЗМ3)					
Тема 5. Проектування та розрахунок механічних накопичувачів енергії.	15	6	3	—	6
Разом за ЗМ3	15	6	3	—	6
Підготовка до екзамену	15	—	—	—	15
Разом за М1	90	30	15	—	45
Модуль 2 (М2)					
Змістовний модуль 1. Розробка нормативно-технічної, технічної та технологічної документації при розробці продукції (ЗМ1)					
Тема 1 Етапи розробки продукції.	13	6	3	—	4
Тема 2 Стратегія проектування	17	8	4	—	5
Разом за ЗМ1	30	14	7	—	9
Змістовий модуль 2. Оптимізаційне проектування					
Тема 3. Методи однопараметричної оптимізації.	22	8	4	—	10
Тема 4 Методи багатопараметричної оптимізації.	23	8	4	—	11
Разом за ЗМ2	45	16	8	—	21
Підготовка до заліку	15	—	—	—	15
Підготовка до курсового проєкту	90	—	—	—	90
Разом за М2	180	30	15	—	135
Усього годин по дисципліні	270	60	30	—	180

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
Модуль 1(М1)		
1	Розробка та розрахунок ферменної конструкції прогону моста. Вибір геометричних характеристик стрижнів та матеріалів для їх виготовлення. Проектування з'єднань елементів ферменних конструкцій	2
2	Розрахунок геометричних та характеристик жорсткості композитних балок з приєднаним пояском. Розрахунок зовнішніх навантажень на балки перекриттів.	2
3	Складання рівнянь сумісної роботи балок перекриттів. Оптимізація геометричних та характеристик жорсткості для підкріплюючих ребер та настилу перекриттів.	2
4	Складання основних рівнянь для циліндричної оболонки, підкріпленої кільцевими ребрами жорсткості, при гідростатичному навантаженні.	4
5	Оптимізація геометричних та характеристик жорсткості ребер жорсткості та обшивки.	2
6	Розрахунок суцільних анізотропних дисків при обертанні з постійною швидкістю. Вибір оптимальних геометричних параметрів та структури армування з умов максимуму масової та об'ємної енергоємності. Розробка конструкції з'єднань дисків з віссю обертання	3
Разом за М1		15
Модуль 2(М2)		
1	Визначення критеріїв оптимізації та цільової функції для заданого об'єкту дослідження. Зменшення кількості параметрів оптимізації. Вибір та обґрунтування методу оптимізації для заданого об'єкту дослідження. Метод загального пошуку.	3
2	Розв'язання задач оптимізації методом золотого перерізу. Розв'язання задач оптимізації методом загального пошуку.	2
3	Розв'язання задач оптимізації методом дихотомії. Розв'язання задач оптимізації методом Фібоначчі.	2
4	Розв'язання задач оптимізації методом по координатного спуску.	2
5	Розв'язання задач оптимізації методом найшвидшого підйому.	2
6	Використання розв'язку транспортної задачі при оптимізації технологічного процесу виробництва композиційних матеріалів.	4
Разом за М2		15
Всього		30

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та практичних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		7-й семестр	8-й семестр
1	Підготовка до лекцій	10	10
2	Підготовка до практичних занять	20	20
3	<i>Підготовка до екзамену</i>	15	–
4	<i>Підготовка до заліку</i>	–	15
5	<i>Підготовка до КП</i>	–	90
<i>Разом</i>		180	

Індивідуальне науково дослідне завдання

Курсовий проєкт (КП) є результатом перевірки знань, засвоєних здобувачем впродовж викладання курсу. КП виконується здобувачем під керівництвом викладача. Тема КП видається здобувачу на початку семестру.

Виконання КП створює умови для реалізації творчих можливостей студентів і має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які здобувачі одержують у процесі навчання, а також застосування знань на практиці. Викладач контролює виконання індивідуального завдання на консультаціях.

Для КП вибирається конструкція, яка виготовлятиметься з композиційного матеріалу. Вона повинна бути спроектована з використанням методів, що вивчаються впродовж курсу для оптимізації її властивостей та працездатності у відповідних умовах експлуатації.

Приклади тем на курсову роботу:

1. Проектування настилу пішохідного мосту із композиційного матеріалу.
2. Проектування хвостового оперення планера.
3. Проектування автомобільної ресори з вуглепластику оптимальної жорсткості.
4. Проектування лонжерона крила літака.
5. Проектування корпусу човна для академічної греблі.
6. Проектування люкового закриття для палубі суховантажу.
7. Проектування оптимальної форми балону тиску, виконаного намотуванням.
8. Проектування корпусу судна з базальтофібробетону.
9. Проектування оптимальної форми профілів для теплиць.
10. Проектування силосів для зберігання зерна зі склопластику для портової інфраструктури.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

Для всіх видів навчання: робота з літературою, пояснення, дискусія, демонстрування.

для лекційних занять: лекція, бесіда, ілюстрування, відеометоди.

для практичних занять: вправа, графічна перевірка.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- практичні роботи
- екзамен (7 семестр) або залік (8 семестр)
- курсовий проєкт.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення Здобувача оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів практичних робіт і оцінки заключного екзамену (7 семестр) або заліку (8 семестр). Окремо оцінюється курсовий проєкт у 8 семестрі за 100 бальною системою.

Питома вага заключного екзамену складає 40 балів в загальній системі оцінок (4 питання по 10 балів). Право здавати заключний екзамен надається Здобувачу, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 40 балів.

Підсумкова оцінка за навчальний курс в семестрі є сумою проміжних оцінок і екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувача із зазначеної теми.

Зарахування кредитів навчального курсу дисципліни можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок передбаченим чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної дисципліни здобувачів та їх оцінювання

Практична робота	Критерії оцінювання
9 – 10	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
7–8	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконав завдання після консультації викладача. Робота виконана в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не

Практична робота	Критерії оцінювання
	впливають на кінцевий результат.
4 – 6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Екзамен та залік	Критерії оцінювання 1 питання
8 -10	Відповідь на питання повна, представлена у встановлений термін, самостійно, чітко сформована. Застосовано коректні методи для необхідних розрахунків
6-7	Відповідь на питання повна, виконане у встановлений термін, в цілому правильна, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.
4-5	Відповідь представлена порушенням встановлених термінів. Здобувач потребував консультації викладача. Відповідь в цілому є правильною але недостатньо повною.
3	Відповідь представлена з порушенням встановлених термінів. Здобувач потребував керівництва викладача. Відповідь є правильною але не повною.
0	Відповіді на питання немає.
Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 4 питання $\times$ 10 = 40 балів	

Оцінювання виконання курсового проєкту (КП)

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст проєкту відповідає обраній темі; проблема чітко сформульована; правильно виділено мета та задачі дослідження, експеримент проведений коректно, грамотно використані методи дослідження; правильно написані протоколи випробувань; коректно виконані статистичні розрахунки, наявні посилання на використану літературу. Оформлення проєкту відповідає стандарту; висновки відповідають меті та завданню дослідження. Робота над проєктом виконувалась систематично та вчасно була подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсового проєкту.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
	35	Зміст проєкту відповідає обраній темі; проблема чітко сформульована; адекватно сформульовано об'єкт, предмет, мета та задачі проєкту; наявні посилання на використану літературу та оформлення роботи відповідає стандарту, висновки відповідають меті та завданням дослідження. Робота над проєктом виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	30	Зміст проєкту відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано, є значні порушення у протоколах дослідження та у розрахунках. Робота над проєктом виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Проєкт оформлений за вимогами, які пред'являються до курсових робіт та проєктів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Проєкт містить значну кількість помилок при виконанні експерименту та його розрахунках, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт та проєктів. У проєкті немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація організована послідовно згідно проєкту, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація організована згідно проєкту, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист КП	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач спроможний чітко викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення проєкту, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач спроможний чітко викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення проєкту.
	15	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення проєкту, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Здобувач демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання та належно обґрунтувати положення проєкту.
	5	Здобувач невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання.

Поточний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	
	7 семестр	8 семестр
Виконання практичних робіт	6 × 10 балів = 60	6 × 10 балів = 60
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
Модуль 1			
ЗМ1	T1	ПР 1	10
	T2	ПР 2 ПР 3	10 10
ЗМ2	T3	ПР 4	10
	T4	ПР 5	10
ЗМ3	T5	ПР 6	10
<i>Семестровий контроль</i>		<i>екзамен</i>	<i>40</i>
Разом за семестр			100
Модуль 2			
ЗМ1	T1	ПР 1 ПР 2	10 10
	T2	ПР 3 ПР 4	10 10
ЗМ2	T3	ПР 5	10
	T4	ПР 6	10
<i>Семестровий контроль</i>		<i>залік</i>	<i>40</i>
Разом за семестр			100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби

- Мультимедіа- та проекційна апаратура;
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання,

Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Карпов Я.С. Проективання деталей та агрегатів із композитів: підручник / Я.С. Карпов. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т». - 2010. - 768 с.
2. П.П. Мирутенко, Л.К. Лістовщик. Накопичувачі енергії. Основні типи та перспективи використання. – Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. № 4 – с. 107 – 116. – DOI 10.20535/1813-5420.4.2022.273433
3. Marine Composites. Design and Performance. Edited by Richard Pemberton, John Summerscales, Jasper Graham-Jones – The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, OX5 1GB, United Kingdom. 2019. – 530 p.

4. Мовчан А.П. Навчальний посібник: Методи статичної оптимізації: навч. посіб. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 138 с
5. Карпов Я.С., Муравицький О.С. Проектування оболонок обертання з КМ: навчальний посібник — Х.: Харк. авіац. ін-т, 1997. - 88 с.

Додаткова література.

1. Aneke M, Wang M. Energy storage technologies and real life applications and a state of the art review. Apple Energy 2016; 179:350-377.
2. How flywheel (kinetic) energy accumulators are structured and work.. – 2022. – Access mode: <http://electricalschool.info/energy/2334-mahovichnye-kinetheskie-nakopiteli-energii.html>
3. Горда О.В. Чисельні методи: навч. посібник. – Київ.: КНУБА. – 2009-76 с.
4. Копань В. С. Композиційні матеріали: навч. посіб. – К. : Пульсари, 2004. – 196 с.
5. Handbook of Composites. Editors: George Lubin Publisher: Springer New York, NY. 1982. – 784 p

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Електронна бібліотека кафедри "БМ та ККК".
2. Електронні журнали "Journal of Mechanical Engineering ", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Сайти (WEB-adresses):
 - <http://ela.kpi.ua/handle/>
 - <http://posibnyky.vntu.edu.ua/>
 - <https://esu.com.ua/article-60246>

Розробники
к.т.н., доцент

Копійка С.В.