

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

Суднові композиційні матеріали

Ship composite materials

рівень вищої освіти: *другий (магістерський)*

тип дисципліни: *обов'язкова*

мова викладання: *українська*

Робоча програма навчальної дисципліни «Суднові композиційні матеріали» є однією із складових комплексної підготовки фахівців Галузь знань 6 «Інженерія, виробництво та будівництво» спеціальності 611 Машинобудування (за спеціалізацією 611.04 Суднобудування) освітньо-професійної програми «Проектування та виробництво суднових конструкцій із композиційних матеріалів».

Розробник:

Копійка С.В., доцент кафедри проектування та виробництво конструкцій із композиційних матеріалів.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Суднові композиційні матеріали» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
кандидат технічних наук, доцент



Тетяна ЮРЕСКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Суднові композиційні матеріали» 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 «Суднові композиційні матеріали» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.
Протокол № 6 від 20.05.2025 року.

Голова НМК КННІ, к.т.н.



Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Суднові композиційні матеріали» погоджено з навчальним відділом.

Голова відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Суднові композиційні матеріали» 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	6
6	Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7	Форми поточного та підсумкового контролю	9
8	Критерії оцінювання результатів навчання	11
9	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	11
10	Рекомендовані джерела інформації	11

ВСТУП

Анотація

Курс зорієнтований на отримання знань з основних принципів розрахунку пружних систем при спеціальних умовах, що можуть знижувати працездатність конструкції (вібрація, контактні навантаження). Вивчаються принципи руйнування ізотропних і анізотропних матеріалів і конструкцій.

У результаті вивчення курсу здобувачі знатимуть закони коливання і види вібрації та її розповсюдження, вплив контактних напружень на систему загалом, принципи руйнування матеріалів в залежності від їх природи, існуючі теорії міцності для оцінки ізотропних і анізотропних матеріалів.

Здобувачі вмітимуть розраховувати власні коливальні характеристики системи, вільні і вимушені коливання та їх вплив на систему цілком, оцінювати вплив контактних напружень на працездатність конструкції, зможуть оцінити ймовірність руйнування конструкції з точки зору тріщиностійкості матеріалу.

Ключові слова: коливання, вібрація, контактні напруження, тріщиностійкість, теорії міцності.

Abstract

The course is focused on acquiring knowledge of the basic principles of calculation of elastic systems under special conditions that may reduce the performance of the structure (vibration, contact loads). The principles of fracture of isotropic and anisotropic materials and structures are studied.

As a result of studying the course, students will know the laws of vibration and types of vibration and its propagation, the effect of contact stresses on the system as a whole, the principles of fracture of materials depending on their nature, existing strength theories for evaluating isotropic and anisotropic materials.

Students will be able to calculate the system's own vibrational characteristics, free and forced vibrations and their impact on the system as a whole, assess the impact of contact stresses on the performance of the structure, and be able to estimate the probability of structural failure in terms of material crack resistance.

Keywords: oscillations, vibration, contact stresses, crack resistance, strength theory.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Загальної підготовки
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 135 Суднобудування Освітня програма «Проектування та виробництво суднових конструкцій із композиційних матеріалів»	Семестри
		1
Лекції		
15 год		
Практичні		
15 год.		
Лабораторні		
-		
Індивідуальне науково- дослідне завдання <i>Не передбачено</i>	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота
Загальна кількість годин – 120		90 год.
		Індивідуальні завдання:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи – 6		Форма контролю - письмова:
		екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є забезпечити студентів знаннями та практичними навичками з виявлення і оцінки дефектів в матеріалах і конструкціях без їх пошкодження.

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері суднобудування або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ФК2. Здатність самостійно формулювати цілі, ставити конкретні завдання наукових та прикладних проектів у фундаментальних і прикладних областях суднобудівної сфери (відповідно до спеціалізації) і вирішувати їх за допомогою сучасних дослідницьких методів з використанням новітнього вітчизняного та зарубіжного досвіду і з застосуванням сучасної апаратури, обладнання та інформаційних технологій.

ФК9. Здатність розв'язувати задачі механіки суцільного середовища за допомогою постановки обчислювального експерименту та використання комп'ютерної техніки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумов вивчення дисципліни немає.

4. Програмні результати навчання

Вивчення дисципліни «Спеціальні розділи механіки» передбачає формування у студентів таких результатів навчання:

ПРН5. Знаходити оптимальні рішення при проектуванні, конструюванні, виробництві, ремонті, реновації, експлуатації, обслуговуванні та утилізації продукції суднобудування (відповідно до спеціалізації) з урахуванням вимог кості, надійності, безпеки, енергоефективності, вартості та строків виконання.

ПРН11. Розв'язувати складні задачі і проблеми, що пов'язані з проектуванням, конструюванням, виробництвом, ремонтом, реновацією, експлуатацією та утилізацією суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, судових енергетичних, електротехнічних установок і систем, їх основних конструктивних елементів відповідно до спеціалізації.

5 Програма навчальної дисциплін

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовий модуль 1 Вібрація у судових конструкціях

Тема 1 Коливання систем з одним ступенем вільності

Класифікація механічних коливань. Вільні коливання.

Енергетичний метод розрахування власних частот. Приблизне врахування маси пружного зв'язку.

Вимушені коливання при дії періодичної збуджуючої сили. Коливання при переміщенні точки підвісу. Віброізоляція.

Література: [1], с.516 – 533.

Тема 2 Коливання систем з декількома ступенями вільності

Рівняння руху. Вільні коливання. Властивості форм вільних коливань.

Вимушені коливання. Дослідження системи з двома ступенями вільності.

Література: [1], с.541 – 545.

Тема 3 Коливання пружних тіл

Вільні коливання балки. Вільні коливання призматичних однопрогінних балок. Властивості форм вільних коливань.

Енергетичний метод розрахунку власних частот. Врахування впливу деформації зсуву та інерції обертання мас на величину власних частот.

Вимушені коливання прямокутних пластин.

Вимушені коливання балок.
Література: [2], с.76 – 99, 113 – 139.

Змістовий модуль 2 Розрахунки при ударних навантаженнях та при контактних напруженнях

Тема 4 Розрахунки при ударних навантаженнях.

Осьова дія ударного навантаження. Напруження при скручувальному ударі. Напруження і деформації при згинальному ударі. Механічні властивості при матеріалів при ударі

Література: [1], с.590 – 612.

Тема 5 Контактні напруження

Формули для визначення контактних напружень. Перевірка міцності при контактних напруженнях.

Література: [1], с.613 – 621, [5], с.120 – 130.

Змістовий модуль 3 Механіка руйнування

Тема 6 Основи механіки руйнування матеріалів

Робота руйнування матеріалу. Аналіз напружень поблизу кінчика тріщини. Функції напружень. Відрив тріщини. Поперечний зсув тріщини. Поздовжній зсув тріщини.

Література: [1], с.622 – 633, [3], с.83 – 99.

Тема 7 Критерії міцності й пластичності матеріалів.

Критерій максимальних нормальних напружень. Критерій максимальних лінійних деформацій. Критерій найбільших дотичних напружень. Енергетичний критерій міцності. Критерій енергії формоутворення. Критерії міцності анізотропних матеріалів.

Література: [1], с.10 – 18, [2], с.23 – 51, [3], с.70 – 74.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		лекц.	прак.	лаб.	с.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1 Вібрація у конструкціях (ЗМ1)					
Тема 1 Коливання систем з одним ступенем вільності	23	1	4	-	5
Тема 2 Коливання систем з декількома	12	2	2	-	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	<i>денна форма</i>				
	усього	у тому числі			
		лекц.	прак.	лаб.	с.р.
<i>ступенями вільності</i>					
Тема 3 Коливання пружних тіл	23	1	3	-	4
Разом за ЗМ1	30	4	9	-	17
Змістовий модуль 2 Розрахунки при ударних навантаженнях та при контактних напруженнях					
Тема 4 Розрахунки при ударних навантаженнях.	15	2	2	-	11
Тема 5 Контактні напруження	15	2	2	-	11
Разом за ЗМ2	30	4	4	-	22
Змістовий модуль 3 Механіка руйнування (ЗМ3)					
Тема 6 Основи механіки руйнування матеріалів	17	1	4	-	12
Тема 7 Критерії міцності й пластичності матеріалів	28	2	6	-	20
Разом за ЗМ3	45	3	10	-	32
<i>Підготовка до екзамену</i>	15	-	-	-	15
Усього годин по дисципліні	120	15	15	-	90

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Розрахунок власних частот системи.	2
2	Розрахунок системи при вимушених коливаннях дії періодичної збуджуючої сили.	2
3	Розрахунок параметрів системи при переміщенні точки підвісу.	2
4	Розрахунок віброізоляцій для систем при різних умовах коливання.	2
5	Дослідження системи з двома ступенями вільності.	2
6	Вплив деформації зсуву та інерції обертання мас на величину власних частот.	2
7	Вимушені коливання прямокутних пластин.	2
8	Вимушені коливання балок.	2
9	Розрахунок напружень при ударних навантаженнях.	2
10	Розрахунок напружень при контактних навантаженнях.	2
11	Розрахунки критичних сил при утворенні тріщин відриву.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
12	Розрахунки критичних сил при утворенні тріщин під дією поперечного та поздовжнього зсувах.	2
13	Розрахунки працездатності конструкції за критеріями максимальних нормальних напружень та максимальних лінійних деформацій.	2
14	Розрахунки працездатності конструкції за критеріями найбільших дотичних напружень та енергетичним критерієм міцності.	2
15	Розрахунки працездатності анізотропних конструкції	2
Всього		30

Самостійна робота

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

№ з/п	Вид роботи	К-ть годин
1	Підготовка до лекцій	30
2	Підготовка до практичних занять	45
3	<i>Підготовка до поточного модульного контролю</i>	15
Разом		90

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, відео метод.

для практичних занять: вправа, графічна перевірка.

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- виконання практичних робіт;
- контрольне тестування.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюється за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки при захисті звітів практичних робіт і оцінки заключного екзамену в кінці семестру.

Питома вага заключного екзамену складає 40 балів в загальній системі оцінок. Право здавати заключний екзамен надається студенту, 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 студентів та їх оцінювання

Практичні роботи	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Робота виконана в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Екзамен	Критерії оцінювання
35 – 40	Завдання виконане у встановлений термін, самостійно, чітко сформоване розв'язання питань. Застосовувалися коректні методи для виконання завдань.
30– 34	Завдання виконане у встановлений термін. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
25– 29	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання після консультації викладача. Завдання виконане в цілому правильно, але містить помилки, які суттєво не впливають на кінцевий результат
15-24	Завдання виконане з порушенням встановлених термінів. Студент виконав завдання під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Завдання не виконувалося.

Поточний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання практичних робіт	15 робіт × 4 = 60
Всього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1	ПР 1	4
		ПР 2	4
		ПР 3	4
		ПР 4	4
	T2	ПР 5	4
	Т3	ПР 6	4
		ПР 7	4
		ПР 8	4
ЗМ2	T4	ПР 9	4
	T5	ПР 10	4
ЗМ3	Т6	ПР 11	4
		ПР 12	4
	Т7	ПР 13	4
		ПР 14	4
		ПР 15	4
Семестровий контроль		екзамен	40
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;
- Лабораторне устаткування;
- Програмне забезпечення для підтримки дистанційного навчання;

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

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів, К.: "Вища школа", 1993.

2. Божидарнік В.В., Андрейків О.Є., СУлим Г.Т. Механіка руйнування, міцність і довговічність неперервно армованих композитів: Монографія. Т.1. – Луцьк: Надстир'я, 2007 – 400 с.
3. Кириченко В.В., Кириченко В.Л., Кондратьєв А.В., Царіцинський А.А. Спеціальні розділи вищої математики і механіки для інженерної практики: навч.посіб. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 100 с.
4. Бабенко А.Є., Боронко О.О., Лавренко Я.І., Трубачев С.І. Коливання стержнів, пластин та оболонок. – К: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 252 с.
5. Максимович В.М., Коцюба А.Ю., Лавренчук С.В. Плоскі контактні задачі теорії пружності для тіл складної форми.– Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 98 с.

Допоміжна література

1. Гейко С. П. Технологія виготовлення суднових конструкцій із полімерних композиційних матеріалів/ С. П. Гейко, Є. Т. Бурдун, – Миколаїв : НУК, 2014. – 254с.
2. Iwer Asmussen, Wolfgang Menzel, Holger Mumm. Ship Vibration. Germanischer Lloyd – Hamburg, 2001 – 52 p.
3. Insights into ship vibration analysis. American Bureau of Shipping. 2022 – 30 p.
4. Карпов Я.С. Проектування деталей і агрегатів із композитів: підручник - Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2010 p. - 768 с.
5. Jones, Robert M. Mechanics of composite materials. Taylor and Francis. 1998. – 270 p.
6. IMO, Code on Noise Levels On-board Ships (Resolution MSC.337[91]), 2012.
7. ISO, "20283-5 Mechanical Vibration — Measurement of Vibration on Ships - Part 5: Guidelines for Measurement, Evaluation and Reporting of Vibration With Regard to Habitability on Passenger and Merchant Ships," 2016.

Інформаційні ресурси

1. Електронна бібліотека кафедри "БМ та ККК".
2. Електронні журнали "Journal of Mechanical Engineering", "Reinforced plastics", "Composites Fabrication".
3. Сайти (WEB-adresses):
 - <https://studfile.net/>
 - <https://www.researchgate.net/>
 - <https://nau.edu.ua/>

Розробник к.т.н, доцент

Соломонюк Н.С.