

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
КОРАБЛЕБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра “ Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля ”



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

"29" 01 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Комп'ютерні технології та моделювання суднових конструкцій із
композиційних матеріалів.**

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

**Computer aided design and modeling of ship structures made of composites
materials.**

рівень вищої освіти: другий (магістерський)

тип дисципліни: професійної підготовки

мова викладання: українська

Миколаїв 2025р.

Дисципліна «Комп'ютерні технології та моделювання суднових конструкцій із композиційних матеріалів» належить до циклу професійної підготовки ОПП. За місцем у структурно-логічній схемі навчання зі спеціальності дисципліна відноситься до частини професійної підготовки. Вона надає необхідні знання та методи для подальшого використання в плануванні та обробці експериментальних досліджень, випробуваннях матеріалів та виробів.

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології та моделювання суднових конструкцій із композиційних матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців Галузь знань 13 Механічна інженерія Спеціальність 135 – “Суднобудування”
«14 січня 2025 р. року. – 14 с.

Розробник:



Гейко С.П., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання конструкцій із композиційних матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми

к. т. н. доцент кафедри будівельної механіки
та конструкції корпусу корабля



Юреско Т.А.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Комп'ютерні моделювання конструкцій із композиційних матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри “Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля”

Протокол №6 від 14.01.2025 року.

Завідувач кафедри



Коростильов Л.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання конструкцій із композиційних матеріалів» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол №2 від 15. 2025 року.

Голова



Бондаренко О.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології та моделювання суднових конструкцій із композиційних матеріалів» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу

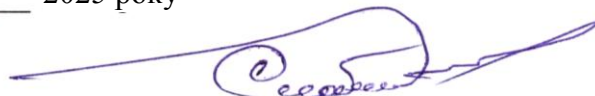


Лабарткава А.В

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні технології та моделювання суднових конструкцій із композиційних матеріалів» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 1 від «29» 01 2025 року

Голова НМР НУК



Слободян С.О.

3
ЗМІСТ

	Вступ	4
1	Опис навчальної дисципліни	5
2	Мета вивчення навчальної дисципліни	6
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	10
7	Форми поточного та підсумкового контролю	11
8	Критерії оцінювання результатів навчання	12
9	Засоби навчання	13
10	Рекомендовані джерела інформації	13

ВСТУП

Анотація

Вивчення дисципліни формує у студентів навички комп'ютерного моделювання для рішення задач міцності жорсткості, стійкості та руйнування суднових деталей і конструкцій із композиційних матеріалів.

Після вивчення дисципліни студент буде знати:

- теоретичні основні методи скінчених елементів;
- основні етапи комп'ютерного аналізу напружено-деформованого стану конструкцій;
- типи скінчених елементів і моделей матеріалів, межі їх застосування;
- методи оцінки якості скінчено-елементної сітки й оцінки адекватності отриманих результатів.

Уміти

- будувати тривимірні геометричні моделі деталей;
- здійснювати вибір типів кінцевих елементів, адекватних фізичних моделей матеріалів,
- розробляти розрахункові схеми для проведення комп'ютерного аналізу методом скінчених елементів і алгоритми його реалізації;
- виконувати розрахунки міцності в пакетах комп'ютерного аналізу;

Дисципліна спеціальної підготовки за темою дослідження є однією базових дисциплін при підготовці фахівців з конструювання та проектування корпусних конструкцій, використовуються знання з математики, конструкції корпусу, опору матеріалів.

Ключові слова: корпус судна, метод скінчених елементів (МСЕ), склопластик, композиційні матеріали, човен, катер, яхта.

Abstract

Studying the discipline develop students' skills of computer modeling to solve the problems of strength, buckling and destruction of ship parts and structures made of composite materials.

The student must know after studying the discipline:

- theoretical basics of the finite element method;
- the main stages of computer analysis of the stress-strain state of structures;
- types of finite elements and models of materials, scopes of their application;
- methods of assessing the quality of the finite-element mesh and assessing the adequacy of the obtained results.

Be able to

- build three-dimensional geometric models of details;
- select types of final elements, adequate physical models of materials,
- develop calculation schemes for conducting computer analysis using the finite element method and algorithms for its implementation;
- perform strength calculations in computer analysis packages;

The discipline of special training on the topic of research is one of the basic disciplines in the training of specialists in the construction and design of hull structures, knowledge of mathematics, hull construction, and strength is used.
Key words: ship hull, finite element method (FEM), fiberglass, composite materials, boat, motorboat, yacht.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 8	Галузь знань 13 <u>Механічна інженерія</u>		
	Спеціальність – 135 <u>“Суднобудування”</u>		
Модулів – 2	Освітньо-професійна програма <u>“Проектування та виробництво суднових конструкцій із композиційних матеріалів”</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		5-й	-
Електронна адреса РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/		Семестр	
Загальна кількість годин -240		9-10-й	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 3	Освітній рівень: другий (магістерський)	Лекції	
		30 год.	-.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	-
		Лабораторні	
		-.	-
		Самостійна робота	
		120 год.	-.
		Індивідуальні завдання: -	
		Вид контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни полягає в ознайомленні студентів спеціальності з методами комп'ютерного моделювання процесів міцності в комп'ютерних системах скінчено-елементного аналізу.

Задачею вивчення дисципліни є розвиток у студентів навичок комп'ютерного моделювання для рішення задач міцності жорсткості, стійкості та руйнування суднових деталей і конструкцій із композиційних матеріалів.

Компетентності, визначені освітньою програмою

ЗК4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями - компетентності, визначені вищим навчальним закладом

3. Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна спеціальної підготовки за темою дослідження є професійною дисципліною при підготовці спеціалістів з теплоенергетики. Вивчення її методів розрахунку потребує певного рівня знань низки дисциплін нормативної та професійної частини підготовки бакалаврів, таких як «Вища математика», «Опір матеріалів» та «Механіка композиційних матеріалів», підготовки які за навчальним планом вивчаються в попередніх семестрах.

4. Очікуванні результати навчання

Програмні результати навчання, визначені стандартом вищої освіти спеціальності

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

Програмні результати навчання, визначені освітньою програмою:

ПРН13. Уміти обирати необхідні методи та засоби досліджень, розробляти та аналізувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів дослідження, що стосуються проблем суднобудування.

ПРН14. Уміти будувати відповідні математичні моделі та моделі функціонування об'єктів, явищ і процесів суднобудування, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння явищ предметної області.

5. Програма навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Метод скінченних елементів для розрахунків міцності ізотропних тіл

Тема 1. Побудова розрахункової моделі

Лекція 1. Загальні основи методу скінчених елементів. Література: [1], стор. 38...43; [2], стор. 25...46;

Лекція 2. Визначення фізичних характеристик матеріалів [2], стор. 41...42;

Лекція 3. Побудова геометричної моделі. [2], стор. 57...107

Лекція 4. Створення сітки скінчених елементів та керування нею [4], стор. 11...83

Тема 2. Проведення розрахунків

Лекція 5. Побудова фізичної моделі. Прикладення зовнішніх навантажень, граничних умов. Особливості виконання нелінійних розрахунків [2], стор. 9, 27, 66, 116, 194, 200/

Лекція 6. Плоска задача, вісесиметрична задача [2], стор. 101...121

Лекція 7. Розрахунки балок, фермових конструкцій Аналіз результатів розрахунків. [4], стор. 21...96

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Метод скінченних елементів для розрахунків тривимірних об'єктів

Тема 3. Розрахунки ізотропних тривимірних об'єктів

Лекція 1. Розрахунки твердотільних моделей [2], стор. 189...220

Лекція 2. Розрахунки поверхневих моделей [2], стор. 165...185

Лекція 3. Алгоритми виконання розрахунків стійкості, аналізу форм та частот власних коливань. Динамічні розрахунки, перехідні процеси. [2], стор. 231...240

Тема 4. Метод скінченних елементів для розрахунків міцності ортотропних тіл

Лекція 4. Основи використання модулю для розрахунків шаруватих пластиків. Ортотропні властивості тіл. [3], стор. 7...15

Лекція 5. Визначення властивостей пакету, зон викладки в препроцесорі. Використання правил локальних підсилень. Візуалізація викладки. [3], стор. 59...89

Лекція 6. Виконання розрахунків шаруватих пластиків. Критерії міцності для композитів. Аналіз результатів у постпроцесорі. [3], стор. 91...100

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		лекції	практ.	лаб.	інд.	с.р.
Модуль 1.						
Змістовий модуль 1. Метод скінченних елементів для розрахунків міцності ізотропних тіл (ЗМ1)						
Тема 1. Побудова розрахункової моделі	16	8	8			20
Тема 2. Проведення розрахунків	14	7	7			15
Поточний модульний контроль	10					10
Екзамен з дисципліни	15					15
Разом за ЗМ1	90	15	15			60
Модуль 2.						
Змістовий модуль 2. Метод скінченних елементів для розрахунків тривимірних об'єктів (ЗМ2)						
Тема 3. Розрахунки тривимірних об'єктів	16	8	8			20
Тема 4. Метод скінченних елементів для розрахунків міцності ортотропних тіл	14	7	7			15
Поточний модульний контроль	10					10
Екзамен з дисципліни	15					15
Разом за ЗМ2	90	15	15			60
Усього годин по дисципліні	180	30	30			120

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль 1. (М1)	
	Змістовний модуль 1. Метод скінченних елементів для розрахунків міцності ізотропних тіл	
1	Задавання фізичних характеристик матеріалів	2
2	Створення сітки скінчених елементів та керування нею	2
3	Використання модулю Геометрія для побудови геометричних моделей.	2
4	Плоскі задачі	2
5	Вісесиметричні задачі	2
6	Розрахунки балок. Аналіз результатів розрахунків	2
7	Розрахунки фермових конструкції Аналіз результатів	2

	розрахунків	
8	Виконання нелінійних розрахунків	2
	Модуль 2 (M2)	
	Змістовний модуль 2. Метод скінченних елементів для розрахунків тривимірних об'єктів	
1	Практичні розрахунки твердотільних моделей	4
2	Практичні розрахунки поверхневих моделей	4
3	Розрахунки стійкості, аналізу форм та частот власних коливань	4
4	Задачі на динамічні навантаження, перехідні процеси.	2
5	Визначення ортотропних властивостей шаруватих тіл	4
6	Задавання властивостей ортотропного шару, пакету, зон викладки в препроцесорі.	4
7	Розрахунки конструкцій з шаруватих пластиків.	4
8	Виконання параметричних розрахунків.	2
	Всього	60

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна форма
Модуль 1		
1	Підготовка до лекції 1	2
2	Підготовка до лекції 2	2
3	Підготовка до лекції 3	2
4	Підготовка до лекції 4	2
5	Підготовка до лекції 5	2
6	Підготовка до лекції 6	2
7	Підготовка до лекції 7	2
8	Підготовка до практичного заняття 1	3
9	Підготовка до практичного заняття 2	3
10	Підготовка до практичного заняття 3	3
11	Підготовка до практичного заняття 4	3
12	Підготовка до практичного заняття 5	3
13	Підготовка до практичного заняття 6	3
14	Підготовка до практичного заняття 7	3
15	Підготовка до поточного модульного контролю	10
	Підготовка до екзамену	15
Модуль 2		
16	Підготовка до лекції 1	2
17	Підготовка до лекції 2	2
18	Підготовка до лекції 3	2
19	Підготовка до лекції 4	2
20	Підготовка до лекції 5	2
21	Підготовка до лекції 6	2
22	Підготовка до лекції 7	2
23	Підготовка до практичного заняття 1	3
24	Підготовка до практичного заняття 2	3

25	Підготовка до практичного заняття 3	3
27	Підготовка до практичного заняття 4	3
28	Підготовка до практичного заняття 5	3
29	Підготовка до практичного заняття 6	3
30	Підготовка до практичного заняття 7	3
31	Підготовка до практичного заняття 8	3
32	<i>Підготовка до поточного модульного контролю</i>	10
33	<i>Підготовка до екзамену</i>	15
	Разом	120

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

Методи навчання:

Для всіх видів навчання

- *робота з літературою* - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- *пояснення* - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- *дискусія* - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;
- *демонстрування* - наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді.

для лекційних занять:

- *лекція* - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- *бесіда* - питально-відповідний метод, завдання якого - спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень; різновиди бесіди : репродуктивні (спрямовані на відтворення раніше засвоєного матеріалу), катехізичні (передбачають точне відтворення формулювань, запам'ятовування відповідей), евристичні (підводять здобувачів до самостійних висновків);
- *ілюстрування* - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- *відеометод* - використання відеоматеріалів для активізації наочночуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

для практичних занять:

- *вправа* - планомірне, організоване, повторне виконання дій із метою оволодіння ними або підвищення їх якості;
- *практична робота* - метод поглиблення і закріплення теоретичних

- знань та перевірки наукових висновків;
- *інструктаж* - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця.

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

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 з лабораторних та практичних робіт і оцінки заключного екзамену (заліку) в кожному семестрі.

Питома вага заключного екзамену (заліку) складає 60 балів в загальній системі оцінок. Право здавати заключний екзамен (залік) 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 (заліку).

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

Оцінювання курсової роботи виконується окремо за 100 бальною шкалою.

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

Бал	Критерії оцінювання
5-6	Робота виконана у встановлений термін, самостійно, чітко сформований процес виконання досліду або розв'язування завдання. Застосовувалися коректні методи отримання результатів, виконаний їх аналіз.
3-4	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.
1-2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконав роботу під керівництвом викладача. Отримані результати містять помилки, аналіз результатів відсутній.
0	Робота не виконувалась.

Екзамен (ЕЗ)

Бал	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.

Сумарна кількість балів по формах проміжного контролю

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Семестри денної форма	
	I	II
Виконання практичних робіт	40	40
Модульний контроль	20	20
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1	ПР 1,	5
		ПР 2,	6
		ПР 3	6
	T2	ПР 4, ПР 5, ПР 6 ПР 7,	6 6 6 5
Підсумковий контроль		ПМК	20
Семестровий контроль		екзамен	40
Разом за I семестр			100

Змістові модулі, теми		Денна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ2	Т3	ПР 1,	5
		ПР 2,	6
		ПР 3	6
	Т4	ПР 4,	6
ПР 5,		6	
ПР 6		6	
ПР 7,		5	
Підсумковий контроль		ПМК	20
Семестровий контроль		екзамен	40
Разом за II семестр			100

9. Засоби навчання

Презентації , відео.

10. Рекомендовані джерела інформації

Базова

1. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Д 79 Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2007. – 288 с.
2. Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench, Second Edition By Xiaolin Chen, Yijun Liu 2021 514p
3. ANSYS Composite PrepPost User's Guide, Release 18.2: Southpointe Technology Drive Canonsburg, PA 15317, 2013. електронне видання, 160p.
4. ANSYS Meshing User's Guide ANSYS, Inc. Release 2022 R2 Southpointe July 2022
2600 Ansys Drive Canonsburg, PA 15317 електронне видання, 484p.

Допоміжна

5. ANSYS Workbench User's Guide, ANSYS, Inc. Release 2022 R2 Southpointe July 2022 2600 Ansys Drive Canonsburg, PA 15317, електронне видання, 464p
6. Huei-Huang Lee Finite Element Simulations with ANSYS Workbench, Theory, Applications, Case Studies, SDC Publications 2023, 618p.
7. Ever J. Barbero Finite Element Analysis of Composite Materials Using ANSYS:
Edition 2nd Edition, 2013 Pub. Location Boca Raton Imprint CRC Subjects Engineering & Technology, Physical Sciences 2013. 363p.
8. Mehmet Ali Arslan, Analysis of Composite Materials : Application with ANSYS
MAA S. Publishing; First Edition 2020, 426 pages
9. Huei-Huang Lee Finite Element Simulations with ANSYS Workbench, Theory, Applications, Case Studies, SDC Publications 2023, 618p.

10. Tadeusz Stolarski, Y. Nakasone, S. Yoshimoto: Engineering Analysis with ANSYS Software 2nd Edition - January 2, 2018 eBook

Інформаційні ресурси

https://www.udemy.com/course/ansys-tutorial/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAw6yuBhDrARIsACf94RXTiczHrH1mlLcko3rsJuVhZr2BGUOU-SLHveeo4aCuKhNDLGEE_dwaAiv0EALw_wcB&matchtype=b&utm_campaign=LongTail_la.EN_cc.ROW&utm_content=deal4584&utm_medium=udemyads&utm_source=adwords&utm_term=.ag_80675493482_.ad_535700245672_.kw_ansys+tutorial_.de_c_.dm_.pl_.ti_kwd-602293142792_.li_1030390_.pd_.

<https://www.ansys.com/academic/educators/education-resources#t=EducationResourcesTab&sort=relevancy&layout=card&numberOfResults=15>

Розробник
канд. техн. наук



Гейко С.П.