Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра зварювання

Т8318

ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи

_____ к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

BASES OF COMPUTER MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

рівень вищої освіти *другий* (*магістерський*)

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня професійна програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

«23» серпня 2024 р. – 20 с.

Розробник: Матвієнко М.В., доцент кафедри зварювання, канд. техн. наук.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

к.т.н., доц. _____ М.В. Матвієнко

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» розглянуто на засіданні кафедри зварювання

Протокол № 1 від «26» серпня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри _____ Матвієнко М.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 1 від «28» серпня 2024 р.

Голова МР ХННІ НУК _____ О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2024

ЗМІСТ

Вступ 4
1. Опис навчальної дисципліни 6
2. Мета навчальної дисципліни 7
3. Передумови для вивчення дисципліни 7
4. Очікувані результати навчання 7
5. Програма навчальної дисципліни 9
6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання 15
9. Засоби навчання 15
10. Рекомендовані джерела інформації 16

Вступ

Анотація

Дисципліною «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» передбачено набуття студентами знань про роботу з сучасним програмним забезпеченням, яке використовується для вирішення задач зварювального виробництва.

Програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» розрахована на студентів, які вивчили алгоритмічні принципи інформатики та математичні, хімічні, структурні та фізичні процеси, що проходять при зварюванні й споріднених процесах.

Програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач, розробку, впровадження і супровід технологій у зварювальному виробництві. Опанування курсу надає професійні компетенції для подальшого вивчення дисциплін професійної підготовки.

Для вивчення дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» необхідні знання з таких дисциплін: «Основи інформаційних технологій та програмування», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Теплові процеси зварювання», «Теорія процесів зварювання», «Технологія та устаткування зварювання плавленням та зварювальні матеріали», «Механіка зварних з'єднань», «Математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві», «Технологічні процеси зварювального виробництва».

Дисципліна «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку студентів до вивчення навчальних дисциплін «Кваліфікаційна атестація», «Магістерська практика» та до написання магістерської роботи.

Ключові слова: *комп'ютерне моделювання, метод скінчених елементів, програмне забезпечення, проектування, технологічні процеси.*

Annotation

The discipline "Bases of computer modeling of technological processes" provides students with knowledge about working with modern software, which is used to solve problems of welding production.

The program of the discipline "Bases of computer modeling of technological processes" is designed for students who have studied the algorithmic principles of computer science and mathematical, chemical, structural and physical processes that take place during welding and allied processes.

The program of the discipline "Bases of computer modeling of technological processes" provides a comprehensive application of the acquired competencies for solving applied problems, development, implementation and maintenance of

technologies in welding. Mastering the course provides professional competencies for further study of training disciplines.

To study the discipline "Bases of computer modeling of technological processes" requires knowledge of the following disciplines: "Fundamentals of information technology and programming", "Descriptive geometry, engineering and computer graphics", "Thermal welding processes", "Theory of welding processes", "Technology and equipment of fusion welding and welding materials", "Mechanics of welded joints", "Mathematical modeling and use of PC in welding production", "Technological processes of welding production".

The discipline "Bases of computer modeling of technological processes" is interdisciplinary, it prepares students to study the disciplines "Qualification Certification", "Master's practice" and to write a master's thesis.

Key words: *computer modeling, finite element method, software, design, technological processes.*

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Галузь знань
13 - «Механічна інженерія»</td><td colspan="2">Обов'язкова</td></tr>
<tr><td>Модулів - 1</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів - 2</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Електронний адрес на сайті ХННІ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/applied-mechanics.html</td><td rowspan="5">Спеціальність
132 «Матеріалознавство»

Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»</td><td colspan="2">Семестри</td></tr>
<tr><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає</td><td>1-й семестр – 30 год.</td><td>14 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин - 150</td><td>1-й семестр – 30 год.</td><td>14 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних:
1-й семестр – 4
самостійної роботи студента:
1-й семестр – 6</td><td rowspan="6">Освітній рівень:
другий (магістерський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>1-й семестр –90 год.</td><td>122 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання: год.</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Види контролю:
1-й семестр – екзамен</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)</td></tr>
</table>

2. Мета навчальної дисципліни

2.1 Метою вивчення навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного моделювання технологічних процесів» є формування у студентів згідно зі проектом стандарту спеціальності 132 «Матеріалознавство», до введення в дію офіційного затвердженого стандарту вищої освіти, таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

– Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом, випробуванням, атестацією, утилізацією неорганічних та органічних матеріалів та виробів на їх основі, що передбачає виконання досліджень, навчального процесу та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

Загальні компетентності:

К3.01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

К3.06 Здатність працювати та в команді.

Фахові компетентності:

ФК.03 Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.

ФК.06 Здатність розуміти та використовувати математичні та числові методи моделювання властивостей, явищ та процесів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: основи інформаційних технологій та програмування, математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві, технологічні процеси зварювального виробництва.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН01 Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.

ПРН03 Вільно спілкуватися державною та англійською мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері матеріалознавства та ширшого кола інженерних питань, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

ПРН05 Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.

ПРН07 Розробляти та реалізовувати проекти у сфері матеріалознавства та з дотичних до матеріалознавства міждисциплінарних напрямів, визначати цілі та

потрібні ресурси, планувати роботи, організовувати роботу колективу виконавців, здійснювати захист інтелектуальної власності.

ПРН08 Уміти застосовувати методи захисту об'єктів інтелектуальної власності, створених в ході професійної (науково-технічної) діяльності.

ПРН11 Використовувати сучасні методи- для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.

ПРН13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

ПРН15 Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

ПРН18 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

ПРН19 Розробляти комплексний дизайн нових матеріалів і виробів на їх основі з урахуванням експлуатаційних властивостей та умов використання.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Математичні методи розв'язання задач при проектуванні зварних конструкцій та технологій Програмне забезпечення яке використовується для вирішення спеціалізованих задач.

Тема 1 (4 год.). Втуп. Роль обчислювальних методів при проектуванні конструкцій і технологій. Побудова фізичної та математичної моделі. Методи дослідження математичної моделі. Джерела інформації: [1] – стор. 7-21.

Тема 2. (4 год.). Сутність методу кінцевих елементів. Основні етапи практичної реалізації. Типи елементів. Побудова сітки кінцевих елементів. Граничні умови. Джерела інформації: [1] – стор. 71-79, [3] – стор. 12-28.

Тема 3. (4 год.). Теоретична структура програми на основі МКЕ. Ansys (ANSYS, Inc.), LS-DYNA (Livermore Software Technologies Corp.), Eta/DYNAFORM (Engineering Technologies Associates), ADAMS(Mechanical Dynamics, Inc.), Star-CD(Computational Dynamics), CADfix (Finite Element Graghical Systems), C-MOLD (Advanced CAE Technology, Inc.), COMET/Acoustics (Automated Analysis Co), ProCAST(UES, CALCOM), Pro/Engineer. Джерела інформації: [3] – стор. 28-39.

Змістовий модуль 2. Практичне використання метода кінцевих елементів. Програмний комплекс ANSYS.

Тема 4. (4 год.). Опис. Складові частини комплексу їх призначення. Режими роботи програми. Джерела інформації: [1] – стор. 36-49.

Тема 5. (4 год.). Основні стадії рішення завдань. Способи побудови геометричної моделі та сітки. Одержання рішення. Аналіз результатів. Джерела інформації: [1] – стор. 49-61.

Тема 6. (4 год.). Препроцесор. Вибір типу та властивостей елемента. Побудова моделі. Моделювання "униз" й "нагору". Моделювання із застосуванням булевих операцій. Побудова сітки кінцевих елементів. Вибір методу побудови. Побудова довільної і упорядкованої сітки. Прикладення навантажень та одержання рішення. Джерела інформації: [1] – стор. 61-75.

Тема 7. (4 год.). Постпроцессор. Обробка та збереження результатів. Графічне подання результатів. Збереження текстових і графічних результатів. Джерела інформації: [1] – стор. 75-89

Тема 8. (2 год.). Спільне застосування системи ANSYS і системи геометричного проектування AutoCad. Джерела інформації: [2] – стор. 167-185.

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л.	лаб.	інд.	с.р.		л.	лаб.	інд.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Змістовий модуль1. Математичні методи розв'язання задач при проектуванні зварних конструкцій та технологій Програмне забезпечення яке використовується для вирішення спеціалізованих задач.										
Тема 1. Втуп. Роль обчислювальних методів при проектуванні конструкцій і технологій. Побудова фізичної та математичної моделі. Методи дослідження математичної моделі.	18	4	-	-	14	18	1	-	-	17
Тема 2. Сутність методу кінцевих елементів. Основні етапи практичної реалізації. Типи елементів. Побудова сітки кінцевих елементів. Граничні умови.	20	4	4	-	12	20	1	2	-	17
Тема 3. Теоретична структура програми на основі МКЕ. Ansys (ANSYS, Inc.), LS-DYNA (Livermore Software Technologies Corp.), Eta/DYNAFORM (Engineering Technologies Associates), ADAMS(Mechanical Dynamics, Inc.), Star-CD(Computational Dynamics), CADfix (Finite Element Graghical Systems), C-MOLD (Advanced CAE Technology, Inc.), COMET/Acoustics (Automated Analysis Co), ProCAST(UES, CALCOM), Pro/Engineer.	22	4	4	-	12	22	1	2	-	19
Разом за змістовим модулем 1	**60**	**12**	**8**	**-**	**40**	**60**	**3**	**4**	**-**	**53**
Змістовий модуль 2. Практичне використання метода кінцевих елементів. Програмний комплекс ANSYS.										
Тема 4. Опис. Складові частини комплексу їх призначення. Режими роботи програми.	18	4	4	-	10	17	2	2	-	13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 5. Основні стадії рішення завдань. Способи побудови геометричної моделі та сітки. Одержання рішення. Аналіз результатів.	18	4	4	-	10	18	2	2	-	14
Тема 6. Препроцесор. Вибір типу та властивостей елемента. Побудова моделі. Моделювання "униз" й "нагору". Моделювання із застосуванням булевих операцій. Побудова сітки кінцевих елементів. Вибір методу побудови. Побудова довільної і упорядкованої сітки. Прикладення навантажень та одержання рішення.	20	4	6	-	10	19	3	2	-	14
Тема 7. Постпроцессор. Обробка та збереження результатів. Графічне подання результатів. Збереження текстових і графічних результатів.	18	4	4	-	10	18	2	2	-	14
Тема 8. Спільне застосування системи ANSYS і системи геометричного проектування AutoCad.	16	2	4	-	10	18	2	2	-	14
Разом за змістовим модулем 2	**90**	**18**	**22**	**-**	**50**	**90**	**11**	**10**	**-**	**69**
Разом за семестр	**150**	**30**	**30**	**-**	**90**	**150**	**14**	**14**	**-**	**122**

Примітка. Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1-й семестр			
1	Стаціонарний теплообмін в прямокутної заготовці. Задані температури поверхонь. Джерела інформації: [6] – стор. 40-58.	4	2
2	Тривимірне стаціонарне задача з граничними умовами другого та третього роду. Джерела інформації: [6] – стор. 49-67.	4	2
3	Визначення розподілу температури в перерізі дроту. Двомірна стаціонарна задача з граничними умовами третього роду. Джерела інформації: [6] – стор. 68-74.	4	2
4	Визначення розподілу температури за умови дії на тіло граничних умов першого і третього роду. Джерела інформації: [6] – стор. 75-84.	4	2
5	Визначення розподілу температури в перерізі з плином часу за умови дії на тіло граничних умов другого і третього роду. Джерела інформації: [6] – стор. 85-94.	6	2
6	Визначення розподілу температури в тілі за умови дії на тіло граничних умов першого і третього роду та кінематичної граничної умови. Джерела інформації: [6] – стор. 95-110.	4	2
7	Нестаціонарний теплообмін. Нагрів металевої заготовки з наплавленим шаром. Джерела інформації: [6] – стор. 111-133.	4	2
Разом		**30**	**14**

5.3 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Розрахунок вигину балки. Лінійне завдання в 1D постановці. Дослідження деформованої форми балки в залежності від густоти сітки і типу елемента.	2	7
2	Розрахунок рамних і гратчастих конструкцій. Рішення задач опору матеріалів.	2	7
3	Розрахунок теплового стану диска. Осесиметричне завдання в лінійній постановці.	2	8
4	Розрахунок вигину консольної балки. Пружна завдання в 2D і 3D постановках. Необхідно провести аналіз чутливості	3	8

№	Назва теми	Кількість годин	
	результату в залежності від густоти сітки та порядку апроксимації кінцевого елемента (особливу увагу приділяється побудові регулярної сітки). Порівняння отриманих результатів з відомим точним рішенням.		
5	Розрахунок спрощеної моделі частини ротора з каналом охолодження. 3D завдання в нелінійній постановці. Дослідження концентраторів напружень і зон пластичних деформацій. Геометричне моделювання та побудова систем координат.	3	8
6	Розрахунок пластичного шарніра, що виникає при згині балки. Плоска задача (плоске напружений стан). Дослідження 3-5 циклів навантаження-розвантаження. Проведення аналізу чутливості результату в залежності від типу зміцнення (кінематичне або ізотропне). Графіки за часом/навантаженні.	3	8
Разом		**15**	**46**

5.4 Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	6
2	Підготовка до лабораторних робіт	20	10
3	Підготовка до поточного модульного контролю	20	-
4	Виконання контрольної роботи	-	30
5	Самостійне вивчення тем, що не входять до лекційного курсу	15	46
6	Підготовка до підсумкового контролю	20	30
Разом		**90**	**122**

6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

– звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);

– усні відповіді на лабораторних заняттях;

– поточні модульні контрольні роботи у формі тестування (тестовий контроль);

– екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – ***40 балів***. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше ***60 балів***. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

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

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал (ПМК1)	10	9	8	7	4	5	4	3	2	1
Бал (ПМК1)	15	13-14	12	10-11	9	7-8	6	4-5	3	1-2

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
25	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент зробив роботу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент зробив роботу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент зробив роботу з незначними помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент зробив роботу з суттєвими помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
0	Студент не зробив роботу і не відповідає на теоретичні питання без помилок

Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	7 роб. × 5 балів = 35 балів	7 роб. × 5 балів = 35 балів
Поточний модульний контроль	1 МКР × 10 балів = 10 балів 2 МКР × 15 балів = 15 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	1 роб. × 25 балів = 25 балів
Всього	**60**	**60**

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Змістовий модуль	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ 1	Т1-Т2	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	Т3	Лабораторна робота № 2	5	Лабораторна робота № 2	5
	Т1- Т3	Поточний модульний контроль	10		
ЗМ 2	Т4	Лабораторна робота № 3	5	Лабораторна робота № 3	5
	Т5	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	Т6	Лабораторна робота № 5	5	Лабораторна робота № 5	5
	Т7	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	Т8	Лабораторна робота № 7	5	Лабораторна робота № 7	5
	Т4- Т8	Поточний модульний контроль	15	Контрольна робота	25
Підсумковий контроль		Тест	40	Тест	40
Сума			**100**		**100**

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину та воєнного стану) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технологій (Moodle, Google Classroom, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. **Каплун А.Б.,** M.A. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство [Текст]/ А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. – М.: Едидориал УРСС, 2003. – 272 с.

2. **Басов К.А.** ANSYS в примерах и задачах [Текст]/ Под общ. ред. Д.Г. Красковского. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.

3. **Крылов О.В.** Метод конечных элементов и его применение в инженерных расчетах: Учеб. пособие для вузов [Текст]/ О.В. Крылов. – М.: Радио и связь, 2002. – 104 с.

4. Метод суперэлементов в расчетах инженерных сооружений [Текст]/ В.А. Постнов, С.А. Дмитриев, Б.К. Елтышев и др. Под общей редакцией В.А. Постнова. – Л.: Судостроение, 1979. – 288 с.

5. **Фролов В.В.** Теория сварочных процессов [Текст]/ Под ред. В.В.Фролова. М.: Высшая школа, 1988. – 559с.

6. Використання ANSYS для рішення задач теплопроводності: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт/ А.В. Лабарткава, М.В. Матвієнко, О.В. Лабарткава, О.О. Бокій, М.В. Лєпілова, С.А. Лой. – Миколаїв: НУК, 2022. – 134 с.

Допоміжна література

7. Прочность, устойчивость, колебания: Справочник в 3 т. [Текст]/ Под ред. Биргера И.А. и Пановко Я.Г. – М.: Машиностроение, 1968. – Т. 1.

8. Математическое моделирование и информационные технологии в сварке и родственных процессах: сб. труд. междунар. конф. 16–20 сентября 2002 г, Крым [Текст]/ Под ред. Махненко В.И. – Киев, ИЭС им. Е.О.Патона, 2002. – 266 с.

9. **Тимошенко С.П.** Гудьер Д.Ш. Теория упругости [Текст]/ С.П. Тимошенко. – М.: Наука, 1975.–536с.

10. Справочник по теории упругости [Текст]/ под ред. Варвака П.М., Рябова А.Ф. – Киев: "Будівельник", 1971. – 418 с.

11. **Постнов В.А.** Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций [Текст]/ В.А. Постнов, И.Я. Хирхурин. – Л.: Судостроение, 1974. – 484 с.

12. Применение систем анализа изображений в решении задач металловедения и термообработки [Текст]/ И.Г. Каменин, Р.М. Кадушников, В.И. Гроховский, Н.Н. Барышникова, С.В. Сомина, А.В. Тихомиров // 2 Всесоюзная конференция «Распознавание образов и анализ изображений. Новые информационные технологии» 1995, с.109-111.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Режим доступу: http://www.kb.nuos.edu.ua (дата звернення: 23.08.2024 р.).

2. Електронні інформаційні ресурси НБУВ. – Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua (дата звернення: 23.08.2024 р.).

Розробник
к.т.н., доцент Матвієнко М.В.

Додаток

Питання для модульного контролю

Контрольні питання до 1-го змістового модуля

1. Причини заміни реальних тіл ідеалізованими об'єктами.
2. Побудова фізичної моделі.
3. Побудова математичної моделі.
4. Методи дослідження математичної моделі й аналіз отриманих результатів.
5. Сутність методу кінцевих елементів.
6. Основні етапи практичної реалізації.
7. Типи кінцевих елементів.
8. Особливості програми Ansys (ANSYS, Inc.).
9. Особливості програми LS-DYNA (Livermore Software Technologies Corp.).
10. Особливості програми Eta/DYNAFORM (Engineering Technologies Associates).
11. Особливості програми ADAMS(Mechanical Dynamics, Inc.).
12. Особливості програми Star-CD(Computational Dynamics).
13. Особливості програми CADfix (Finite Element Graghical Systems).
14. Особливості програми C-MOLD (Advanced CAE Technology, Inc.).
15. Особливості програми COMET/Acoustics (Automated Analysis Co).
16. Особливості програми ProCAST(UES, CALCOM).
17. Особливості програми Pro/Engineer.

Контрольні питання до 2-го змістового модуля

1. Залежність вірогідності розрахунків від кількості елементів і градієнта напруг.
2. Залежність точності розрахунку від типу елемента.
3. Залежність тривалості розрахунку від порядку кінцевого елемента.
4. Принципи побудови сітки кінцевих елементів.
5. Відмінність довільної сітки від упорядкованої.
6. Залежність часу розрахунку й помилки аналізу від розміру кінцевого елемента.
7. Вплив форми кінцевого елемента на точність обчислень.

8. Принципи накладення граничних умов.
9. Схема розміщення граничних умов.
10. Особливості моделювання симетричних конструкцій.
11. Принцип Сен-Венана.
12. Стадії виникнення помилок при кінченому-елементному аналізі.
13. Призначення програмного комплексу ANSYS.
14. Завдання, розв'язувані комплексом ANSYS.
15. Режими роботи програмного комплексу ANSYS.
16. Пакетний режим.
17. Інтерактивний режим.
18. Основні стадії рішення завдань.
19. Препроцесорна підготовка.
20. Способи побудови геометричної моделі.
21. Висхідне моделювання.
22. Спадне моделювання.
23. Метод екструзії.
24. Завдання властивостей матеріалів.
25. Створення впорядкованої сітки.
26. Створення довільної сітки.
27. Вибір типу аналізу, його опцій.
28. Крок навантаження та крок рішення.
29. Моделювання із застосуванням булевих операцій.
30. Постпроцесорна обробка.