

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»  
«Математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві»**

**240 год / 8 кредитів ЕКТС  
(60 год. лекцій, 45 год. лабораторних занять)**

**Навчальний контент**

**7-й семестр**

**Модуль 1**

**Змістовий модуль 1.** Загальні питання математичного моделювання

**Тема 1** Основні поняття теорії моделювання. Класифікація математичних моделей. Вимоги, що пред'являються до математичних моделей

**Тема 2** Основи теорії множин і теорії графів.

**Тема 3** Загальна постановка і види завдань ухвалення рішень. Математична постановка і вирішувана завдань оптимізації

**Тема 4** Графо – аналітичний метод вирішення завдань математичного програмування

**Змістовий модуль 2.** Лінійні та нелінійні методи математичного моделювання

**Тема 5** Методи вирішення завдань лінійного математичного моделювання

**Тема 6.** Чисельні методи вирішення завдань нелінійного математичного моделювання. (пошук екстремуму функції однієї змінної)

**Тема 7.** Чисельні методи вирішення завдань нелінійного математичного моделювання (пошук екстремуму функції  $n$  – змінних). Метод лінеаризації (приведення завдання нелінійного математичного моделювання до завдання лінійного програмування)

**Тема 8.** Методи вирішення багатокритерійних завдань оптимізації.

**8-й семестр**

**Модуль 2**

**Змістовий модуль 3.** Математичні методи розв'язання задач при проектуванні зварних конструкцій та технологій Програмне забезпечення яке використовується для вирішення спеціалізованих задач.

**Тема 9.** Вступ. Роль обчислювальних методів при проектуванні конструкцій і технологій. Побудова фізичної та математичної моделі. Методи дослідження математичної моделі.

**Тема 10.** Сутність методу кінцевих елементів. Основні етапи практичної реалізації. Типи елементів. Побудова сітки кінцевих елементів. Граничні умови.

**Тема 11.** 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 Graphical Systems), C-MOLD (Advanced CAE Technology, Inc.), COMET/Acoustics (Automated Analysis Co), ProCAST(UES, CALCOM), Pro/Engineer.

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

**Тема 12.** Опис. Складові частини комплексу їх призначення. Режими роботи програми.

**Тема 13.** Основні стадії рішення завдань. Способи побудови геометричної моделі та сітки. Одержання рішення. Аналіз результатів.

**Тема 14.** 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.

**Тема 15.** Постпроцесор. Обробка та збереження результатів. Графічне подання результатів. Збереження текстових і графічних результатів

**Тема 16.** Спільне застосування системи ANSYS і системи геометричного проектування AutoCad.

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»  
«Математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві»**

**240 год / 8 кредитів ЕКТС  
(60 год. лекцій, 45 год. лабораторних занять)**

***Теми лабораторних занять***

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>7-й семестр</b>		
1	Основні прийоми в системі MathCAD. Вивчення інтерфейсу основних пунктів меню. Використання довідки і демонстраційних прикладів.	4
2	Графічні команди і функцій системи MathCAD. Вивчення способів графічного представлення результатів з використанням різних типів ліній, кольору і маркерів.	4
3	Апроксимація й інтерполяція табличних даних. Вивчення методів лінійної і кубічної інтерполяції, інтерполяції сплайнами, апроксимація поліномами. Порівняння цих методів по точності.	4
4	Обчислення визначених інтегралів. Вивчення способів обчислення визначених інтегралів методом трапецій, Симпсона і Ньютона-Котеса. Порівняння цих методів по точності.	6
5	Рішення лінійних рівнянь.	6
6	Рішення звичайних диференціальних рівнянь.	6
<b>Разом за 7 семестр:</b>		<b>30</b>
<b>8-й семестр</b>		
7	Панель інструментів системі. Препроцесор. Вибір типу кінцевого елемента. Задавання властивостей матеріалу. Створення геометричної моделі. Створення сітки кінцевих елементів. Отримання рішення. Аналіз результатів.	3
9	Дослідження напружено-деформованого стану консольної балки.	4
10	Дослідження розподілу температурного поля у тривимірній стаціонарній задачі з граничними умовами першого і третього роду.	4
11	Дослідження напружено-деформованого стану паяних з'єднань з різнорідних матеріалів.	4
<b>Разом за 8 семестр:</b>		<b>15</b>
<b>Разом з дисципліни:</b>		<b>45</b>

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»  
«Математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві»**

**240 год / 8 кредитів ЕКТС  
(60 год. лекцій, 45 год. лабораторних занять)**

***Завдання для самостійної роботи***

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>7-й семестр</b>		
1	Особливості моделювання фізичних процесів в різних технологічних процесах.	10
2	Математичні моделі з зосередженими параметрами. Математичні моделі з розподіленими параметрами. Статистичні моделі.	10
3	Особливості формулювання початкових умов та граничних умов в математичних моделях.	10
4	Основи методу кінцевих та виділених елементів.	10
5	Основні оптимізаційні методи.	10
6	Математичне моделювання складних фізичних процесів.	10
<b>Разом за 7 семестр:</b>		<b>60</b>
<b>8-й семестр</b>		
7	Розрахунок вигину балки. Лінійне завдання в 1D постановці. Дослідження деформованої форми балки в залежності від густоти сітки і типу елемента.	12
8	Розрахунок рамних і гратчастих конструкцій. Рішення задач опору матеріалів.	12
9	Розрахунок теплового стану диска. Осесиметричне завдання в лінійній постановці.	12
10	Розрахунок вигину консольної балки. Пружна завдання в 2D і 3D постановках. Необхідно провести аналіз чутливості результату в залежності від густоти сітки та порядку апроксимації кінцевого елемента (особливу увагу приділяється побудові регулярної сітки). Порівняння отриманих результатів з відомим точним рішенням.	13
11	Розрахунок спрощеної моделі частини ротора з каналом охолодження. 3D завдання в нелінійній постановці. Дослідження концентраторів напружень і зон пластичних	13

	деформацій. Геометричне моделювання та побудова систем координат.	
12	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.	13
<b>Разом за 8 семестр:</b>		<b>75</b>
<b>Разом з дисципліни:</b>		<b>135</b>

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»  
«Математичне моделювання та використання ПК у зварювальному виробництві»**

**240 год / 8 кредитів ЕКТС  
(60 год. лекцій, 45 год. лабораторних занять)**

*Завдання для поточного та підсумкового контролю*

**7-й семестр**

**Змістовий модуль 1**

1. Особливості моделювання фізичних процесів в різних технологічних процесах.
2. Математичні моделі з зосередженими параметрами.
3. Математичні моделі з розподіленими параметрами.
4. Статистичні моделі.
5. Особливості формулювання початкових умов в математичних моделях.
6. Особливості формулювання граничних умов в математичних моделях.
7. Методика зшивання частин математичних моделей складних систем.
8. Проекційні та варіаційні методи.
9. Методи побудови різницевих схем.
10. Схеми підвищеного порядку точності.
11. Дослідження стійкості різницевих схем.
12. Основи методу кінцевих елементів.
13. Основи методу виділених елементів.

**Змістовий модуль 2**

1. Основні оптимізаційні методи.
2. Основні фізичні закони на яких базується математичне моделювання фізичних процесів.
3. Математичне моделювання складних фізичних процесів.
4. Методика використання законів збереження маси та імпульсу при розробці математичних моделей.
5. Методика використання закону збереження заряду при розробці математичних моделей.
6. Методика використання закону збереження енергії при розробці математичних моделей.
7. Методика організації математичного експерименту.
8. Методика визначення похибок математичного експерименту.
9. Основні прийоми роботи в системі MathCAD.

10. Графічні команди і функцій системи MathCAD
11. Апроксимація й інтерполяція табличних даних
12. Обчислення визначених інтегралів.

## **8-й семестр**

### **Змістовий модуль 3**

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.

### **Змістовий модуль 4**

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.