

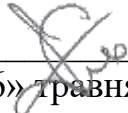
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»



Затверджую:

Декан факультету машинобудування

 Кассов В.Д.
«26» травня 2025.

Гарант освітньої програми:

к.т.н., доцент

 Разживін О.В.
«06» травня 2025.

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри автоматизації
виробничих процесів
Протокол №12 від 05.05.2025.
завідувач кафедри



Марков О.Є.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
„ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ НА ЕОМ”

(назва дисципліни)

Галузь знань 17 – «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Освітній рівень перший (бакалаврський)

ОПП «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Факультет «Машинобудування»

(назва інституту, факультету, відділення)

КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ, 2025

Робоча навчальна програма дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» для студентів першого (бакалаврського) рівня за ОПП 174 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». - 20 с.

Розробник Марков О.Є., д.т.н., професор



Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін)

Керівник групи забезпечення



О.В. Разживін, к.т.н., доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 12 від 05.05.2025 року.

Зав кафедри АВП:



О.Є. Марков, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 10-25/05 від 26.05.2025 року

Голова Вченої ради факультету



В.Д. Кассов, д.т.н., професор

І. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			Денна повн./приск.	Заочна повн./приск.
Кількість кредитів		Галузь знань: «17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації». Спеціальність: 174 «Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані технології та робототехніка»	Обов'язкова дисципліна	
4/3,5	4/3			
Загальна кількість годин				
120/105	120/30			
Модулів – 1		ОПП «Автоматизація та комп'ютерно- інтегровані технології»	Рік підготовки	
Змістових модулів – 1			1/1	1/1
Індивідуальне завдання <u>Моделювання</u> <u>технологічного процесу</u>			Семестр	
			1	1
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5		Рівень вищої освіти: <u>перший</u> (бакалаврський)	Лекції	
			15/15	4/4
			Практичні	
			30/30	4/4
			Самостійна робота	
			75/60	112/26
			Вид контролю	
			Залік	
			Практичні	Практичні
			-	-
			Самостійна робота	Самостійн а робота
-	-			
Вид контролю: залік				

II. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність вивчення дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» у зв'язку з завданням професійної підготовки бакалаврів за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» полягає в підвищенні ефективності машинобудування, шляхом створення 3D числових скінчено-елементних моделей технологічних процесів з використанням сучасних програмних продуктів на базі методу скінчених елементів.

Мета викладання дисципліни – спираючись на принципи та методи, розроблені в цій дисципліні, сформувані здатності та вміння використання систем моделювання з застосуванням сучасних цифрових та інформаційних програмних продуктів.

Дисципліна «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» (ЧММЕОМ) відноситься до обов'язкового циклу професійних дисциплін з напрямку 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Завдання полягає у тому, що на основі вимог ОПП бакалавра за напрямом 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» навчити майбутнього фахівця правильно моделювати технологічні процеси виробництва продукції на базі використання ЕОМ.

Мета дисципліни - формування когнітивних, афективних та психомоторних компетентностей в сфері навчання студентів при моделюванні технологічних процесів на базі ЕОМ.

Завдання дисципліни полягає у формуванні здатностей студентів:

- застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;
- застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення 3D моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти використовувати прикладне програмне забезпечення.
- вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для задач автоматизації виробничих процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати:

- основні чисельні методи для розв'язання прикладних задач;
- метод скінчених елементів для розрахунку основних параметрів технологічних процесів;
- програмні продукти на основі методу скінчених елементів для моделювання прикладних задач фізики;
- алгоритм роботи скінчено-елементних програм;
- послідовність вводу вихідної інформації та виводу результатів розрахунку.

Вміти:

- застосовувати методи та алгоритми моделювання технологічних процесів;
- застосовувати чисельні методи розв'язання алгебраїчних і диференціальних рівнянь та систем алгебраїчних і диференціальних рівнянь;
- застосовувати методи та алгоритми розв'язку основних крайових задач математичної фізики;
- приймати рішення по використанню того або іншого методу із бібліотек чисельних методів аналізу та синтезу;
- в необхідних випадках розробляти свої оригінальні програми розв'язання задач;
- оцінювати ефективність застосування альтернативних елементів математичного забезпечення при розв'язанні конкретних прикладних задач;
- установлювати допустимість одержаних розв'язків;
- вести діалог з ЕОМ на прийнятих мовах проектування

Опанувати навиками:

- застосовувати математичний апарат, а також теоретичні, методичні й алгоритмічні основи інформаційних технологій під час вирішення прикладних і наукових завдань в області інформаційних систем і технологій;
- - використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення;
- ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання;
- математичне та логічне мислення, знання понять, ідей і методів фундаментальної математики та фізики, вміння їх використовувати під час розв'язання конкретних завдань;
- опановувати та комплексно застосовувати базові знання в області комп'ютерної інженерії в обсязі, необхідному для розуміння базових принципів організації та функціонування апаратних засобів сучасних систем обробки інформації, основних характеристик, можливостей і областей застосування обчислювальних систем різного призначення.

Передумови для вивчення дисципліни: опанування навчальних дисциплін «Вища математика», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси і математична статистика», «Комп'ютерні технології та програмування».

Мова викладання: українська.

Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- денна форма навчання: загальний обсяг становить 120 годин / 4 кредити, в т.ч.: лекції – 15 годин, практичні роботи – 30 годин, самостійна робота студентів – 75 годин;
- заочна форма навчання: загальний обсяг становить 120 годин / 4 кредити, в т.ч.: лекції – 4 годин, практичні роботи – 4 години, самостійна робота студентів – 112 годин.

III ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Освітня компонента «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» повинна сформувати наступні **програмні результати навчання**, що передбачені Освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»: – знати та розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж; – мати знання щодо проведення комп'ютерних експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах; – вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей; – вміти використовувати математичні та фізичні поняття, ідеї та методи під час розв'язання конкретних задач в галузі інформаційних технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних **програмних компетентностей**:

ПРН1 Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації

ПРН4 Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей

ПРН12 Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації - математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

ПРНД3. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних **програмних компетентностей**:

Загальні компетентності:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності

Фахові компетентності:

- Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для

використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

- Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання, які в загальному вигляді можна навести наступним чином:

У когнітивній сфері студент здатний:

- усвідомити методи аналізу технологічного процесу виробництва з точки зору забезпечення вимогам інформаційного забезпечення та керування;
- продемонструвати вміння розробляти програмне забезпечення функціонування розподіленої системи;
- усвідомити методики чисельних методів;
- здійснити доведення розв'язки завдань до практичних прийнятих рішень при впровадженні відповідних інформаційних при створенні сучасних систем керування та обробки інформації.

В афективній сфері студент здатний:

- критично осмислювати лекційний і поза лекційний навчально-практичний матеріал; вільно, компетентно, послідовно та раціонально будувати власну аргументацію;
- успішно розв'язувати прикладні обчислювальні задачі з розрахунку технологічних параметрів технічних засобів в рамках використання персональних комп'ютерів та програмованих логічних контролерів;
- регулярно співпрацювати із іншими студентами та викладачем в процесі обговорення проблемних моментів на лекційних, практичних заняттях, ініціювати та брати участь у предметній дискусії з прикладних питань навчальної дисципліни «Чисельні методи та моделювання на ЕОМ», повною мірою розділяти цінності колективної та наукової етики.
- абстрактно мислити, критично аналізувати, оцінювати та синтезувати нові та складні ідеї;
- приймати обґрунтовані рішення і діяти свідомо та соціально відповідально за результати прийнятих рішень;
- проявляти визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків,

У психомоторній сфері студент здатний:

- самостійно аналізувати і оцінювати прикладні математичні методи та комп'ютерні алгоритми чисельного розв'язування інформаційних завдань;
- спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань і видів діяльності);
- вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій та з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки, етичних и правових аспектів використання інформації в різних

предметних галузях.

- контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі та коригувати (за допомогою викладача) ці зусилля для ліквідації пробілів у засвоєнні навчального матеріалу або формуванні умінь, вмінь та навичок;

- самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчально-методичного матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них.

Формулювання спеціальних результатів із їх розподілом за темами представлені нижче:

III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Денна форма навчання (повний курс)

[illegible]

Денна форма навчання (прискорений курс)

[illegible]

Заочна форма навчання (повний курс)

[illegible]

Заочна форма навчання (прискорений курс)

[illegible]

3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Метод скінчених елементів						
1	Загальні поняття та класифікація задач обчислювальної механіки. Основні поняття та концепція МКЕ. Термінологія. Основні кроки МСЕ	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
2	Поняття про кінцеві елементи. Атрибути елемента. Класифікація скінчених елементів у механіці. Ансамблювання та граничні умови. Постановка плоскої задачі теорії пружності. Математична модель. Вихідні данні. Пошукові функції. Основні рівняння.	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
3	Скінчено-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності: базові співвідношення. Повна потенційна енергія тіла. Скінчено-елементна інтерполяція. Система лінійних алгебраїчних рівнянь МСЕ. Доведення основних рівнянь	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
4	Трикутний лінійний скінчений елемент: система координат і інтерполяція. Параметричне представлення функції. Ізопараметричний підхід у МСЕ	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
5	Чотирибічні двумірні елементи. Обчислення матриці градієнтів ізопараметричного елемента	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
7	Формування матриці жорсткості ізопараметричного елемента. Формування векторів вузлових сил ізопараметричного елемента	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
7	Формування та вирішення глобальної системи кінцево-елементних рівнянь. Алгоритм МКЕ для тривимірної задачі теорії пружності	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8
8	Сучасні програмні засоби кінцево-елементного аналізу	5 /1	1 /0.5	4/ 0,5		5/
Усього годин		120 /120	15 /4	30/ 4		75 /112
Курсова робота		0	0	0	0	0

Лекції

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)					Літе- рату- ра
		Усього	в т.ч.				
			Л	П (С)	Лаб	СРС	
Змістовий модуль 1 Метод скінчених елементів							
1	Загальні поняття та класифікація задач обчислювальної механіки. Основні поняття та концепція МКЕ. Термінологія. Основні кроки МСЕ	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.7-14
2	Поняття про кінцеві елементи. Атрибути елемента. Класифікація скінчених елементів у механіці. Ансамблювання та граничні умови. Постановка плоскої задачі теорії пружності. Математична модель. Вихідні данні. Пошукові функції. Основні рівняння.	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.15-22
3	Скінчено-елементне формулювання плоскої задачі теорії пружності: базові співвідношення. Повна потенційна енергія тіла. Скінчено-елементна інтерполяція. Система лінійних алгебраїчних рівнянь МСЕ. Доведення основних рівнянь	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.23-45
4	Трикутний лінійний скінчений елемент: система координат ій інтерполяція. Параметричне представлення функції. Ізопараметричний підхід у МСЕ	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.46-62
5	Чотирибічні двумірні елементи. Обчислення матриці градієнтів ізопараметричного елемента	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.47-73
7	Формування матриці жорсткості ізопараметричного елемента. Формування векторів вузлових сил ізопараметричного елемента	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.74-84
7	Формування та вирішення глобальної системи кінцево-елементних рівнянь. Алгоритм МКЕ для тривимірної задачі теорії пружності	7 /8.5	2 /0.5	4/ 0,5		10 /8	[1], с.85-99
8	Сучасні програмні засоби кінцево-елементного аналізу	5 /1	1 /0.5	4/ 0,5		5/ 	[1], с.10-107
Усього годин		120 /120	15 /4	30/ 4		75 /112	
Курсова робота		0	0	0	0	0	

Тематика практичних занять

№ з/п	Тема заняття
1	Робота з препроцесором
2	Симуляція розрахункової схеми
3	Робота з пост процесором

3.1. Перелік індивідуальних та/або групових завдань

№ з/п	Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
1	Робота з препроцесором.	Підготовка тривимірних моделей для експортування у програмні комплекси. Збирання розрахункової схеми для моделювання. Дискретизація та врахування властивостей середовища, яке моделюється.
2	Симуляція розрахункової схеми.	Накладання граничних умов. Генерування розрахункової бази. Симуляція та відслідковування процесу моделювання.
3	Робота з пост процесором.	Вибір потрібних результатів. Аналіз отриманих результатів моделювання. Оптимізація отриманих результатів

IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Мак балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист практичної роботи №1	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
2	Захист практичної роботи №2	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
3	Захист практичної роботи №3	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням

			аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
4	Контрольна робота	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу.
Всього		100	-

4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів заочної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Мак балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист практичної роботи №1	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
2	Захист практичної роботи №2	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
3	Захист практичної роботи №3	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
4	Контрольна робота	25	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу.
Всього		100	-

4.3. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентностей	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
Когнітивні: • студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів побудови моделей технологічних об'єктів автоматизованого розрахунку; • студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів чисельного моделювання	75-89% – студент припускається незначних помилок у описі моделей технологічних об'єктів, недостатньо повно визначає перелік значущих факторів, які мають бути враховані при побудові моделей об'єкту, неповною мірою розуміє переваги та недоліки застосованого типу математичної моделі, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів та визначенні точності досліджуваних обчислювальних методів
	60-74% – студент некоректно формулює алгоритми та методи розв'язання задач ідентифікації об'єктів різного типу та робить суттєві помилки у змісті математичної моделі, припускається помилок при застосуванні того

технологічних об'єктів; • студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів чисельного моделювання технологічних об'єктів;	або іншого типу, присукається грубих помилок у витлумаченні та статистичних розрахунках, а також при оформленні розрахункової або обчислювальної лабораторної роботи менше 60% – студент не може обґрунтувати свою позицію щодо побудови та застосування методів ідентифікації об'єктів, не володіє методикою проведення чисельного експерименту, не може самостійно підібрати необхідні методи ідентифікації об'єктів; не має належної уяви про типи задач та ймовірно-статистичне витлумачення одержаних результатів
Афективні: • студент здатний критично осмислювати матеріал лекційних та практичних занять; аргументувати власну позицію, спроможний оцінити аргументованість вимог та компетентно дискутувати у професійному середовищі; • студент здатний креативно співпрацювати із іншими студентами та викладачем; ініціювати і брати участь у конструктивній та аргументованій дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики у сфері моделювання технологічних об'єктів	75-89% – студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту обчислювальних лабораторних та індивідуальних завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики 60-74% – студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні лабораторних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики менше 60% – студент не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання лабораторних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу
Психомоторні: • студент здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них; • студент здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків; • студент здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля	75-89% – студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації 60-74% – студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації менше 60% – студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв'язання задач ідентифікації технологічних об'єктів, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної недоброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт, не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації

V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1.	Індивідуальне завдання	- письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; - оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди;
Підсумковий контроль		- стандартизований тест; - аналітично-розрахункове завдання;

Контрольні роботи

Контрольні роботи з теоретичної частини розподілені таким чином:

№ з/п	№ ЗМ	Тема контрольної роботи	Кількість варіантів
1	1	Основні положення методу скінчених елементів	30

Перелік індивідуальних та/або групових завдань

Індивідуальна робота містить такі етапи:

- проробка лекційного матеріалу згідно з конспектом та літературою;
- підготовка до опитування, контрольних робіт;
- самостійне вивчення частини теоретичного матеріалу згідно з рекомендованою літературою;
- складення конспектів;
- виконання завдань індивідуального характеру.

На протязі семестру студенти паралельно з аудиторними лекційними і практичними заняттями виконують індивідуальні завдання в вигляді розрахунково-графічної роботи з моделювання методом скінчених елементів, визначеної викладачем або за темою майбутньої кваліфікаційної роботи бакалавра.

Роботи повинні представляти собою огляд технічної літератури, проектування тривимірних моделей у графічному редакторі, збирання розрахункової бази з вказаної теми. Об'єм роботи повинен бути 20-25 сторінок, оформлених в текстовому редакторі MS WORD шрифтом Times New Roman №14 з міжрядковим інтервалом 1,5.

V КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумкові оцінки за семестр в цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до таблиці переводу, яка визначається діючим в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців:

Рейтингова оцінка	У національній шкалі	У шкалі ECTS
90-100	Відмінно (зараховано)	A
81-89	Добре (зараховано)	B
75-80	Добре(зараховано)	C
65-74	Задовільно (зараховано)	D
65-64	Задовільно (зараховано)	E
30-54	Незадовільно (не зараховано)	FX
0-29	Незадовільно (не зараховано)	F

Для отримання позитивної оцінки з дисципліни студент повинен скласти всі модулі та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки. Студент, який на протязі триместру склав всі модулі і набрав не менше 55 балів сумарної оцінки, має право отримати підсумкову оцінку і буди допущений до іспиту.

Результати прийому заліку оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів використовується також національна 5-бальна шкала та вищенаведена таблиця переводу з діючого в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців.

**Критерії оцінювання сформованості прогнаних результатів навчання
під час підсумкового контролю**

Синтезований опис компетентності	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
Когнітивні: - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та алгоритмів розв'язку задач моделювання прикладних наукових досліджень; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних методів та алгоритмів комп'ютерного розв'язку проектування та обробки інформації ; - студент здатний продемонструвати знання і розуміння основних обчислювальних методів та комп'ютерних алгоритмів в рамках практичного застосування програмування програмованих логічних контролерів	75-89% – студент припускається незначних помилок у описі прикладних алгоритмів та комп'ютерних методів задач, недостатньо повно визначає прикладний науково-статистичний зміст наукометричних співвідношень, неповною мірою розуміє переваги та недоліки застосованої моделі, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів та визначенні точності досліджування обчислювальних методів
	60-74% – студент некоректно формулює алгоритми та методи розв'язання практичних задач та робить суттєві помилки у змісті моделювання, припускається помилок при проектуванні власного комп'ютерного алгоритму, присукається грубих помилок у витлумаченні та розрахунках, а також при оформленні практичної роботи
	менше 60% – студент не може обґрунтувати свою позицію посиленням на конкретний алгоритм розв'язання практичних задач, неповно володіє методикою розрахунків, не може самостійно підібрати необхідну елементну базу ПЛК та розрахункові методи; не має належної уяви про витлумачення одержаних результатів
Афективні: - студент здатний критично осмислювати матеріал лекційних та або практичних занять; аргументувати власну позицію, спроможний оцінити аргументованість вимог та компетентно дискутувати у професійному та науковому середовищі; - студент здатний креативно співпрацювати із іншими студентами та	75-89% – студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту практичних та індивідуальних розрахункових завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики
	60-74% – студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні практичних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики

викладачем; ініціювати і брати участь у конструктивній та аргументованій дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики у сфері прикладних загальнонаукових досліджень	менше 60% – студент не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання практичних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу
Психомоторні: - студент здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них; - студент здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків; - студент здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля	75-89% – студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації 60-74% – студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації менше 60% – студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв’язання задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації не доброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Конспект лекцій з дисципліни "Чисельні методи та моделювання на ЕОМ": для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / укл. О.Є. Марков. – Краматорськ-Тернопіль, ДДМА. - 2024. - 108 с.
2. Дубенець В.Г., Хильчевский В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів. – Чернігів, ЧДТУ.– 2003. – 346 с.
3. Дубенець В.Г., Хильчевський В.В., Савченко О.В. Д 79 Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2007. – 288 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни "Методи аналізу, моделювання та оптимізації процесів ОМТ": Частина 3 «Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 136 «Металургія» за освітньо-науковою програмою «Обробка металів тиском» / Укл. С.В. Єршов. - Кам'янське, ДДТУ. - 2016. - 60 с.
5. Числове моделювання теплоелектричного стану алюмінієвих електролізерів / Є. М. Панов, А. Я. Карвацький, С. В. Лелека, І. В. Пулінець // Вісник НТУУ «КПІ». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження : зб. наук. праць. — 2009. — № 2(4). — С. 59—65.
6. Механіка суцільних середовищ-1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках : текст лекцій для студентів спеціальності 7(8).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / уклад.: О.С. Сахаров, А. Я. Карвацький. — К. : НТУУ «КПІ», 2013. — 231 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/4161>.
7. Метод. вказівки до виконання завдань з лабораторних робіт з дисципліни «Механіка суцільних середовищ-1», для студентів спеціальності 7(8).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / уклад.: О. С. Сахаров, А. Я. Карвацький, С. В. Лелека, Т. В. Лазарєв. — К. : НТУУ «КПІ», 2013. — 125 с. Режим доступу: <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/25002>.
8. Карвацький А. Я. Моделювання енергозберігаючих регламентів промислового обладнання : навч. посіб. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 234 с.
9. Павленко І.В. Метод скінченних елементів в задачах коливань механічних систем: Навчальний посібник.— Суми: Вид-во СумДУ, 2007.— 180с.Марков О. Є., Хващинський А. С., Мусорін А. В., Лисенко А. А. Дослідження МСЕ способу протяжки пустотілих поковок з дном без оправки // Обробка матеріалів тиском. – 2023. – № 1 (52) 3 – 9 с. [https://doi.org/10.37142/2076-2151/2023-1\(52\)3](https://doi.org/10.37142/2076-2151/2023-1(52)3)

Додаткова література

1. Markov, O.E., Gerasimenko, O.V., Shapoval, A.A., Abdulov, O.R., Zhytnikov, R.U. Computerized simulation of shortened ingots with a controlled crystallization for manufacturing of high-quality forgings (2019) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 103 (5-8), pp. 3057-3065. DOI: 10.1007/s00170-019-03749-4 <http://doi.org/10.1007/s00170-019-03749-4>.
2. Markov Oleg E. Computerized-aided design and modeling of Forging Process of Large Parts with Responsible Destination. Monography. Mechanical engineering, manufacturing technology. Edited by Corina Vatamaniuc. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2019. – P. 65. ISBN 978-620-0-25756-7
3. Puzyr, R., Markov, O., Savielov, D., Chernysh, A., Sira, Y. Finite-Element Simulation of the Process of the Tubular Workpiece Expansion in the Manufacture of Automotive Parts (2021) Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 433-442. DOI: 10.1007/978-3-030-68014-5_43
4. Kukhar, V., Sahirov, Y., Hornostai, V., Markov, O., Nahnibeda, M. FEM simulation of bending and torsion tests of similar size RHS but of the different production options (2021) E3S Web of Conferences, 234. DOI: 10.1051/e3sconf/202123400079
5. Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities. Режим доступу: <http://geuz.org/gmsh/>.
6. NETGEN is an automatic 3d tetrahedral mesh generator. Режим доступу: <http://sourceforge.net/projects/netgen-mesher/>. 388
7. Tecplot. Master the view. Режим доступу: <http://www.tecplot.com/> 30. ParaView. Режим доступу: <http://www.paraview.org> /.

15. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/2812/3/pavlenko.pdf>
2. <http://cnit.ssau.ua/TechFEM/AlgorithmFEM.htm>
3. <http://www.belsut.gomel.ua/ellibrary/1/70.pdf>
4. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/4161>

Робоча програма складена

проф. кафедри АВП, д.т.н., проф.



Марков Олег Євгенійович.