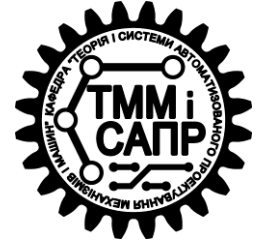




Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Математичне моделювання у сучасних САПР

Шифр та назва спеціальності

G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація

–

Освітня програма

Моделювання технічних систем

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

2

Інститут

ННІ механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин (151)

Тип дисципліни

Вільного вибору професійної підготовки

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Устиненко Олександр Віталійович,
oleksandr.ustynenko@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри Теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин. Досвід роботи – 34 роки. Автор понад 300 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Вступ до спеціальності», «Числові методи та обчислювальні системи», «Автоматизовані розрахунки деталей машин».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна "Математичне моделювання у сучасних САПР" присвячена узагальненню знань, здобутих в процесі вивчення курсів напряму комп'ютерного проектування та скінченноелементного моделювання. Він покликаний залучити студентів до новітніх засобів і підходів до розробки складних машинобудівних конструкцій.

Мета та цілі дисципліни

Надання студентам знань з основ математичного моделювання в сучасних системах автоматизованого проектування, сучасного програмного забезпечення, а саме: методів дослідження механічних характеристик. Дисципліна "Математичне моделювання у сучасних САПР" присвячена вивченню сучасних методів, які застосовуються для розробки сучасних машинобудівних конструкцій.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК2 Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1 Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2 Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК5 Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.

Результати навчання

РН1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН5 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН8 Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН10 Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.

РН12 Вміти виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.

РН13 Вміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату, формувати і виносити судження, розробляти презентації та публікації.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальних дисциплінах "Комп'ютерне проектування складних механічних систем", "Сучасні технології і процеси в механіці", "Програмування автоматизованих технічних комплексів".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація. На заняттях використовується компетентністний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Основи теплопередачі
Символи і позначення. Основи теплообміну. Особливості FEA у вирішенні
теплових задач.

4

Граничні умови. Порівняння теплової та структурної проблеми. задачі	
Тема 2. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Підходи в додатку Mechanical Обзор Workbench. Engineering Data. Препроцесор в Mechanical. Температурні граничні умови. Граничні умови, що визначаються у вигляді функції. Налаштування розв'язувача.	4
Тема 3. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Усталений теплообмін Теорія стабільного теплообміну. Види геометрії. Температурні елементи. Налаштування розрахунку. Приклад стабільної теплопередачі. Багатоступінчасте рішення для завантаження.	4
Тема 4. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Перехідний температурний аналіз Теорія перехідного аналізу. Кроки по часу. Перехідне навантаження. Постпроцесор в аналізі перехідних процесів.	4
Тема 5 Введення в Workbench та CFX Workflow Setup / CFX-Pre. CFX-Pre - Workspace. CFX-Pre - Workflow. CFX-Pre - Workflow Приклад. CFX-Solver Manager. CFX-Solver Manager. CFD-Post. License Preferences.	6
Тема 6. Налаштування вирішувача Ініціалізація - Завдання початкових умов. Ініціалізація - Використання попереднього рішення. Solver Control - Редагування. Solver Control - Опції. Solver Control - Advection Scheme. Solver Control - Advection Scheme Theory. Solver Control - Turbulence Numerics. Solver Control - Convergence Control. Solver Control - Timescale Background. Solver Control - Timescale Selection. Solver Control - Timescale. Control. Solver Control - Convergence Criteria. Solver Control - Residuals Theory. Solver Control - Residuals. Solver Control - Conservation Target. Solver Control - Solid Timescale Control. Output Controls – Results.	6
Тема 7. Interfaces, Sources та Additional Variables Вставка Domain Interfaces. Domain Interfaces і Boundary Objects. Interface Models. Використання Porous Interface. Source Terms. 3D Sources - Subdomains. 3D Sources - Momentum Sources. 2D Sources - Boundary Sources. 1D Sources - Source Points. Створення Additional Variables. Domain Options.	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. ANSYS Mechanical Heat Transfer - Налаштування розв'язувача..	2	1
Тема 2. ANSYS Mechanical Heat Transfer – Налаштування розрахунку.	2	1
Тема 3. ANSYS Mechanical Heat Transfer – Використання постпроцесора в аналізі перехідних процесів	2	1
Тема 4. Робота у Workbench та CFX Workflow	4	2
Тема 5. Налаштування вирішувача – Завдання початкових умов, використання попереднього рішення, редагування, контроль результатів	4	2
Тема 6. Interfaces, Sources та Additional Variables – Вставка об'єктів, створення Additional Variables.	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i=8$

Лабораторні заняття

Контрольні роботи

Комплексний тест з Математичне моделювання у сучасних САПР

Вагові
коефіцієнти b

Тема. Математичне моделювання у сучасних САПР

4

Загальна кількість годин

$\sum_{i=1}^n b_i = 4$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункове).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Додаткова тема про теплообмін
Мова програмування ANSYS APDL. Використання Command Objects. Контроль
Named Selection. Поверхня – поверхня радіація. Фазовий перехід.

6

Тема 2. ANSYS Mechanical Heat Transfer. Нелінійний температурний аналіз
Теорія нелінійного аналізу. Параметри нелінійного розв'язувача. Відгук від
розв'язувача.

6

Тема 3. Domains та Boundary Conditions
Domains. Створення Domain. Domain Creation - Reference Pressure. Domain
Creation - Buoyancy. Domain Types. Domain Type: Fluid Models. Domain Type:
Solid Models. Domain Type: Porous Domains. Materials. Multicomponent /
Multiphase Flow. Compressible Flow Modelling. Доступні типи Boundary
Condition. Як створювати Boundary Condition. Inlets і Outlets. Openings.
Symmetry. Завдання коректних граничних умов.

8

Тема 4. Тема 7. Введення в CFD
Що таке CFD?. Як працює CFD?. Огляд CFD моделювання. Визначення цілей
моделювання. Визначення області для моделювання. Tri / Tet або Quad / Hex
сітки. Multizone (або Hybrid) сітки. Налаштування Physics і Solver Settings.

8

Тема 5. Тема 11. Постпроцесор CFD
GUI Layout. CFD-Post. Загальна послідовність дій. Створення Locations. Типи
Location. Colour, Render і View. Інші графічні об'єкти. Перегляд RBM меню.
Variables Tab (інструмент змінних). Hybrid vs. Conservative. Expressions Tab.
Calculators Tab. Створення таблиць і графіків. Tables. Charts.

8

Загальна кількість годин

36

Тематика індивідуальних завдань

Тема 1. Моделювання усталеного теплообміну з використанням ANSYS Mechanical Heat Transfer.

Тема 2. Моделювання перехідних процесів з використанням ANSYS Mechanical Heat Transfer.

Тема 3. Моделювання та розрахунки з використанням Workbench.

Тема 4. Моделювання та розрахунки з використанням CFX Workflow.

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

Лабай В. Й. Тепломасообмін : підруч. для студ. теплотехн. спец. / В. Й. Лабай. – Львів : Тріада Плюс, 2004. – 260 с.

Довідка з програми ANSYS.

Курс лекцій та практикумів компанії ANSYS.

Xiaolin Chen, Yijun Liu. Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench, Second Edition. CRC Press., – 2018., – 471 p.

Sham Tickoo. ANSYS Workbench 2019 R2: A Tutorial Approach, 3rd Edition., CADCIM Technologies, – 2019, – 416 p.

Додаткова література

Лабай В.Й.. Приклади і задачі з курсу тепломасообміну. – Львівська політехніка, 2017. – 228 с.

Туренко А.Н., Богомоллов В.А., Степченко А.С., Кедровська О.В. та ін. Комп'ютерне моделювання і розрахунок на міцність автомобіля (навчальний посібник). – Харьков: ХНАДУ. – 2003. – 336 с.

Бруяка В.А. та ін. Інженерний аналіз в ANSYS Workbench частина 1. САМГТУ. – 2010. – 271 с.

Бруяка В.А., Фокин В.Г., Кураева Я.В. Інженерний аналіз в ANSYS Workbench частина 2. – САМГТУ. – 2013. – 146 с.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Pk \cdot k_4,$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

Pk – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^8 a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^1 b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (Π, K, I, \dots) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025



Завідувач кафедри

Олександр УСТИНЕНКО

30.08.2025

Гарант ОП

Анатолій ГАЙДАМАКА