Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА СИСТЕМ В МАШИНОБУДУВАННІ

Обов'язковий освітній компонент

рівень вищої освіти – **другий** (магістерський)
галузь знань – **13 Механічна інженерія**
спеціальність – **131 Прикладна механіка**
освітня програма – **Технології машинобудування**

Викладач: доц. **Сухоруков С.І.**
Мова викладання: **українська**

Семестр **– 1**
Кредитів ЕКТС **– 3,5**
Лекцій – **27 год.**
Лабораторних – **18 год.**
Практичних – **9 год.**
Самостійна робота – **51 год.**
Вид контролю – **іспит**

Передумовою вивчення дисципліни «Комп'ютерний аналіз моделей та систем в машинобудуванні» є оволодіння здобувачами знань в об'ємі визначеному в «ПРОГРАМІ фахового вступного випробування для прийому на навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра на основі раніше здобутого ступеня бакалавра» зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма: «Технології машинобудування».

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

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 змоделювати широке коло

технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК6. Здатність виконувати математичне моделювання процесів, засобів та систем машинобудівного виробництва із застосуванням сучасних імітаційних методів досліджень.

Програмні результати навчання

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

РН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН7. Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.

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

РН13. Застосовувати системи імітаційного моделювання для дослідження та оптимізації конструкцій виробів, технологічних процесів та систем машинобудівного виробництва.

Тематика

Модуль 1

Тема 1. Вступ. Зміст і задача курсу. Загальні відомості про математичні моделі і комп’ютерне моделювання.

Вступ. Зміст і задача курсу. Загальні відомості про математичні моделі і комп’ютерне моделювання.

Тема 2. Математичне моделювання та сучасні інформаційні технології.

Інформаційне середовище технічних систем. Роль і місце математичного моделювання в інформаційних технологіях. Методи моделювання технічних систем. Комп'ютерне та імітаційне моделювання.

Тема 3. Технічна система як об’єкт моделювання.

Моделі технічних систем. Аналіз та класифікація факторів при моделюванні технічних систем. Властивості факторів.

Тема 4. Математичні моделі технічних систем.

Класифікація математичних моделей. Структурні елементи математичних моделей. Параметри математичної моделі.

Тема 5. Загальна методика математичного моделювання технічних систем.

Способи організації процесу математичного моделювання. Послідовність математичного моделювання. Алгоритмізація математичної моделі технічної системи та комп’ютерне моделювання

Модуль 2

Тема 6. Задачі лінійної алгебри.

Розв'язання задач лінійних рівнянь. Визначення власних значень матриць.

Тема 7. Нелінійні задачі.

Розв'язання нелінійних рівнянь. Розв'язання систем нелінійних рівнянь.

Тема 8. Метод скінченних елементів.

Основні типи скінченних елементів. Опис властивостей скінченного елемента. Матриця жорсткості скінченного елементу та її програмна реалізація.

Тема 9. Метод скінченних різниць.

Апроксимація похідних скінченнорізницевими відношеннями. Метод скінченних різниць у крайових задачах для рівняння еліптичного типу. Метод скінченних різниць для рівняння теплопровідності.

Тема 10. Інформаційні системи та комп'ютерні програми імітаційного моделювання технічних систем.

Сучасні пакети прикладних програм математичного моделювання. Програмні пакети імітаційного моделювання.

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи роботи в ANSYS Workbench	1
2	Геометричне моделювання у програмі ANSYS	2
3	Визначення фізичних констант у програмі ANSYS	1
4	Створення сітки скінченних елементів. Процесор Solution	2
5	Розрахунок конструкцій при статичних навантаженнях	2
6	Концентрація напружень в пластині	2
7	Моделювання напружено-деформованого стану вала трансмісії зі шліцами	2
8	Моделювання напружено-деформованого стану в контактній парі ролик-втулка	2
9	Моделювання напружено-деформованого стану зубчастої рейки як симетричної системи	2
10	Оптимізація конструкції важеля	2
	Усього	**18**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Робота з модулем «Імпорт3D» в NovaFlow/LVMFlow	2
2	Робота з модулем «Початкові умови» в NovaFlow/LVMFlow	2
3	Робота з модулем «Повна задача» в NovaFlow/LVMFlow	3
4	Робота з модулем «Банк паспортів» в NovaFlow/LVMFlow	2
	Усього	**9**

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми (денна форма навчання)	Кількість годин
1	Сфери та приклади використання різних методів інженерного аналізу	9

2	Методи розв'язання диференціальних рівнянь	10
3	Синтез технічних систем	10
4	Оптимізація технічних систем	10
5	Методи обробки експериментальних даних	12
	Всього	**51**

Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; виконання лабораторних робіт, групова робота, доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота.

Форми та методи контролю.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Поточний контроль може проводитись як за допомогою електронних тестів у локальній мережі або у глобальній мережі (JetIQ, Google), так і за допомогою проведення усного або письмового опитування.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або на окремих його завершальних етапах. Підсумковий контроль включає семестровий контроль. Під час семестрового контролю враховуються результати здавання усіх видів навчальної роботи згідно із структурою залікових кредитів.

Семестровий контроль знань здійснюється в кінці семестру шляхом підрахування загальної кількості балів, отриманих під час навчання і складання іспиту. Підсумковий контроль передбачає складання іспиту.

Оцінювання результатів навчання

Вид роботи	М1	М2	Разом
Виконання лабораторних завдань (1 завдання – 3 бали)	15	15	30
Виконання практичних завдань (1 завдання – 3 бали)	6	6	12
Колоквіуми	16	17	33
Усього за модуль	37	38	75
Іспит			25
Усього			100

Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82 – 89	**B**
75 – 81	**C**
64 – 74	**D**
60 – 63	**E**
35 – 59	**FX**
0 – 34	**F**

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів

Рівень компетентності	За бальною шкалою	За шкалою ECTS	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90 – 100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати професійні завдання з конструювання і розрахунку моделей та систем у сфері машинобудівного виробництва за допомогою імітаційного моделювання; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано уміння створювати моделі та системи машинобудівного виробництва та проводити їх імітаційне модлювання. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
II Середній (репродуктивний)	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї щодо конструювання і розрахунку моделей та систем у сфері машинобудівного виробництва за допомогою імітаційного моделювання, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень імітаційного моделювання; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59	FX з можливістю повторного складання	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34	F з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Академічні права та обов'язки

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у «Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ».

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм «Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ».

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у «Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ».

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ», а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно «Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ».

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах «Кодексу етики ВНТУ».

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до «Антикорупційної програми ВНТУ».

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

Основні інформаційні ресурси

1. Павленко П.М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. /П. М. Павленко.–К.: Книжкове вид-во НАУ, 2013. –201 с.

2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Квєтний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Квєтного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.

3. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи : підручник / С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с.

4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни "Основи теорії керування якістю технологічних систем" / Клименко Г.П., - Краматорськ, ДДМА, 2018. - 38 с.

5. Клименко Г.П. Якість і надійність технологічних систем: Навчальний посібник. Г.П. Клименко, Я.В. Васильченко, М.В. Шаповалов - Краматорськ: ДДМА, 2018. - 199с.

6. Махней О. В. Математичне моделювання : навчальний посібник / О. В. Махней. — Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 372 с.

7. Калінін Є.І. Основи роботи в скінченно-елементному програмному комплексі ANSYS. Конспект лекцій. Частина 2 – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2013. – 135 с.

8. Кудін О.В., Кривохата А.Г. Основи автоматизованого проектування складних об'єктів і систем : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» освітньо-професійної програми «Програмна інженерія». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – 53 с.

9. Грищенко В. М. Основи ANSYS. Лабораторний практикум : навч. посіб. / В. М. Грищенко, О. А. Свіргун, Є. І. Калінін, В. Б. Савченко // Харків : ХНТУСГ, 2020. – 168с.

10. Методичні вказівки до виконання лабораторно-комп'ютерного практикума з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» в середовищі CAE-системи «NovaFlow & Solid CV» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво литих заготовок. (Частина І). Укладачи: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафєєв Ю.М. к.т.н., доц., Рачинський В.І. / НТУУ «КПІ», 2017. - 36 с.

11. Методичний практикум на тему: "Інженерний аналіз в Ansys Workbench" з дисципліни: "Комп'ютерне моделювання процесів обробки матеріалів" для практичних занять і самостійної роботи здобувачів освітнього рівня доктор філософії за спеціальністю 131 "Прикладна механіка" та блоку вибіркових дисциплін інших спеціальностей. /Укладачі : Васильків В.В., Данильченко Л.М., Радик Д.Л., Дивдик О.В. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021.– 58 с.

Додаткові інформаційні ресурси

12. Ситник В.Ф. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисцп. / В.Ф. Ситник, Н.С. Орленко. – К.: КНЕЦ, 1999. – 208 с.

13. ANSYS WORKBENCH: Знайомство. Початок роботи. метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Опір матеріалів», «Механіка матеріалів і конструкцій», та блоку вибіркових дисциплін для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної, заоч. та дистанц. форм навч. інженерних спеціальностей / Державний біотехнологічний університет; уклад.: М.В.Сліпченко, В.Б.Савченко, О.А.Свіргун, В.М.Грищенко, В.І.Іванов. - Харків: [б. в.], 2023. – 40с.

14. Пасічник О.А. Технології комп'ютерного проектування та моделювання напружено-деформованого стану // Вісник Хмельницького національного університету. - 2016. - №3(237), С. 172-175.

15. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2023. Theory, Applications, Case Studies / Huei-Huang Lee. – 2023, 614 Pages.

Інформаційні ресурси з мережі Internet

1. Комп'ютерне моделювання динамічних систем. Лекція 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:5ad1fb886b43a18f3b33894d16dcd2798afb3ed2/latest/859107/КМДС_л_2_.pdf

2. Чисельне моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Чисельне_моделювання

3. Ansys Workbench [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.ansys.com/products/ansys-workbench

4. NovaFlow&Solid [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.novacast.se/product/novaflowsolid/