



КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ ЧАСТИНА 3. СИМУЛЯЦІЯ РОБОТИ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13-Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131-Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Конструювання та дизайн машин</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС, 120 год., лекції – 18 год., практичні – 36 год., СРС 66 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>За розкладом на сайті університету. http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф.. Струтинський Василь Борисович <vbstrutynskiy@gmail.com>Практичні: кандидат технічних наук, доцент Кравець Олександр Михайлович Кафедра: Корпус КПІ 01, кімната 228а, тел. (044)204-82-55,204-94-61 пошта: om_kravets@ukr.net ст. викл. Вакуленко Сергій Валентинович Кафедра: Корпус КПІ 01, кімната 228а, тел. (044)204-82-55, 204-94-61</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна "Комп'ютерні технології проектування та дизайну. Частина 3. Симуляція роботи вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій" є однією з основних дисциплін конструкторського циклу підготовки студентів освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Вона продовжує і узагальнює одержання студентами взаємозв'язаних знань в галузях фізико-математичних та прикладних інженерних наук.

В курсі розглянуто загальні відомості про математичне моделювання (симуляцію), що застосовується при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин, методику побудови та практичного використання математичного моделювання із застосуванням сучасних пакетів програм для ЕОМ. Дані конкретні рекомендації по застосуванню одержаних знань і вмінь для виконання робіт по проектуванню, конструюванню та технічному дизайну вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Значне місце в курсі відведено математичному моделюванню задач динаміки машин. Використані методи імітаційного моделювання із застосуванням можливостей математичних пакетів, зокрема MathCAD та MATLAB останніх версій.

Цей курс дає потужний теоретико-практичний інструмент майбутньому спеціалісту - інженеру фахівцю в галузі технічних наук.

Курс має практичне спрямування, зокрема він покликаний надати допомогу студенту при виконанні досліджень в рамках атестаційної роботи.

Практичні заняття спрямовані на закріплення матеріалу що викладено на лекціях та практичного освоєння методів та задач математичного моделювання вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій.

МЕТОЮ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ є придбання студентами:

- здатності складати математичні моделі вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій які застосовуються при їх проектуванні, конструюванні та технічному дизайні;
- навичок виконання розрахунків та числових експериментів (симуляції) вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій з використанням сучасних математичних пакетів.

ПРЕДМЕТОМ КУРСУ є математичні моделі вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій та машин в цілому, методологія їх розробки і використання при проведенні наукових досліджень.

ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ полягає в набутті студентами:

- **знання** принципів побудови математичних моделей вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій, особливостей алгоритмів і програм обчислювальних процедур, що реалізують процес математичного моделювання (симуляції), на сучасних ЕОМ;

- **вміння** поставити задачу моделювання (симуляції), та розробити математичні моделі вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій;

- **навичок** практичної роботи по математичному моделюванню (симуляції) вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій на ЕОМ з використанням сучасних програмних середовищ.

У результаті вивчення дисципліни студент набуде наступних **компетентностей**:

ФК 19. Здатність враховувати специфіку функціонування та конструктивні особливості деталей та вузлів технологічного обладнання та машин при розробленні дво- та тривимірних моделей у середовищах автоматизованого проектування.

ФК 20. Здатність використовувати сучасні CAD- системи для розробки геометричних дво- та тривимірних моделей деталей та вузлів технологічного обладнання, механізмів і машин, та формувати комплекти технічної документації на їх основі згідно діючих стандартів.

ФК 21. Здатність використовувати спеціалізовані математичні пакети прикладних програм для розроблення математичних моделей машинобудівних конструкцій з урахуванням специфіки їх функціонування та конструктивного виконання та інтегрувати проектні рішення у середовища автоматизованого проектування.

ФК 22. Здатність застосовувати базові методи та прийоми розв'язку типових задач з обчислення функціональних параметрів деталей та конструкцій технологічного обладнання та машин з урахуванням специфіки їх функціонування та конструктивного виконання.

ФК 23. Здатність використовувати модулі інтерактивного проектування CAD/CAE систем для створення моделей вузлів та приводів технологічного обладнання, механізмів та машин на основі спеціалізованих автоматизованих розрахунків та комп'ютерної симуляції за заданими параметрами.

ФК 24. Здатність застосовувати під час конструювання виробів машинобудування методи художнього конструювання, інженерного та технологічного формоутворення, дизайну і ергономіки, та на їх основі створювати нові технічні об'єкти у середовищі систем автоматизованого проектування.

ФК 25. Здатність проектувати вироби машинобудування з урахуванням сучасних трендів у сфері дизайну, оцінювати їх естетичність, ергономічність та технологічність.

Завершитись навчання повинно наступними **програмними результатами**:

РН 26. Знати і вміти вибирати та практично використовувати прийоми і методів створення дво- і тривимірних моделей деталей та вузлів із врахуванням конструктивних особливостей і специфіки їх функціонування в складі технологічного обладнання та машин.

РН 27. Вміти створювати геометричні дво- і тривимірні моделі деталей та вузлів технологічного обладнання, механізмів і машин, та формувати на їх основі комплект технічної документації, використовувати сучасні CAD-системи.

РН 28. Знати і вміти вибирати та використовувати спеціалізовані математичні пакети прикладних програм для розроблення математичних моделей машинобудівних конструкцій та їх

інтеграції у середовища автоматизованого проектування при конструюванні технологічного обладнання та машин, враховувати специфіку їх функціонування.

РН 29. Знати і вміти вибирати та використовувати при вирішенні практичних завдань базові методи і прийоми розв'язку типових задач з обчислення функціональних параметрів деталей та вузлів, враховувати конструктивні особливості та специфіку їх функціонування.

РН 30. Знати і вміти при створенні моделей вузлів та приводів технологічного обладнання, механізмів та машин за заданими параметрами використовувати модулі спеціалізованих автоматизованих розрахунків та комп'ютерної симуляції інтерактивного проектування CAD/CAE систем.

РН 31. Навички конструювання виробів машинобудування у середовищі систем автоматизованого проектування з використанням методів художнього конструювання, інженерного та технологічного формоутворення, дизайну та ергономіки.

РН 32. Вміти проектувати сучасні за дизайном вироби машинобудування, з високим рівнем естетичності, ергономічності та технологічності.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна "Комп'ютерні технології проектування та дизайну. Частина 3. Симуляція роботи вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій" продовжує професійно-орієнтовані дисципліни та має професійне спрямування і базується на наступних дисциплінах: «Теоретична механіка. Частина 1. Статика», «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика», «Теоретична механіка. Частина 3. Динаміка», «Теорія механізмів і машин».

У свою чергу дисципліна "Комп'ютерні технології проектування та дизайну. Частина 3. Симуляція роботи вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій" може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін: «Дипломне проектування»

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ

Тема 1.1. Симуляція основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій в процесі їх проектування та дизайну.

Тема 1.2. Визначення математичних моделей, процедури імітаційного моделювання (симуляції) при конструюванні та технічному дизайні машин

Тема 1.3. Основні задачі побудови та використання математичних моделей машин при їх проектуванні та дизайні

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ЗАДАЧІ І МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) НА ОСНОВІ УЗАГАЛЬНЕНИХ ФУНКЦІЙ

Тема 2.1. Операторні методи моделювання (симуляції) основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій.

Тема 2.2. Використання диференціальних операторів в математичному моделюванні.

Тема 2.3. Зовнішні параметри системи. Симуляція зовнішніх параметрів узагальненими функціями.

РОЗДІЛ 3. ГРАФО-АНАЛІТИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) УСТАЛЕНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ, КОНСТРУЮВАННІ ТА ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

Тема 3.1. Операторні рівняння, математичне моделювання (симуляція) усталених процесів динамічних систем машин

Тема 3.2. Частотні методи математичного моделювання (симуляції) вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій

Тема 3.3. Математичні моделі у вигляді орієнтованих графів зв'язку.

Тема 3.4. Структурні методи математичного моделювання при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин.

РОЗДІЛ 4. ЗАСОБИ МАТЕМАТИЧНИХ ПАКЕТІВ, ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕТЕРМІНОВАНИХ ПРОЦЕДУР МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ)

ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ЇХ ПРОЕКТУВАННІ, КОНСТРУЮВАННІ ТА ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ

Тема 4.1. Загальна характеристика інструментарію пакету MathCAD, який застосовується при математичному моделюванні основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій

Тема 4.2. Виконання диференціальних та інтегральних операцій при реалізації процедур математичного моделювання машин

Тема 4.3 Засоби для роботи з векторними і матричними об'єктами.

Тема 4.4 Графічний супровід процесу математичного моделювання.

РОЗДІЛ 5. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) НЕЧІТКО ВИЗНАЧЕНИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИН ТА ЗАСОБИ МАТЕМАТИЧНИХ ПАКЕТІВ ДЛЯ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Тема 5.1 Методи моделювання (симуляції) нечітко визначених та стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій.

Тема 5.2. Математичне моделювання (симуляція) задач статистичної динаміки машин при їх проектуванні та конструюванні .

Тема 5.3. Інструментарій математичних пакетів для математичного моделювання (симуляції) нечітко визначених та стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій при їх проектуванні, конструюванні та технічному дизайні.

РОЗДІЛ 6. ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ SIMULINK ПАКЕТУ MATLAB ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИН ПРИ ЇХ ПРОЕКТУВАННІ ТА КОНСТРУЮВАННІ.

Тема 6.1. Загальна характеристика системи Simulink пакету Matlab . Бібліотека модулів.

Тема 6.2. Реалізація структурних математичних моделей з використанням середовища Simulink пакету Matlab.

Тема 6.3. Побудова ієрархічних S-моделей в системі Simulink. Тестові задачі симуляції.

Тема 6.4 Формування S-моделі для нелінійних, нечітко визначених та стохастичних систем.

Тема 6.5 Рекомендації по розробці та застосуванню S-моделей для математичного моделювання (симуляції) вузлів та механізмів машин при їх проектуванні та конструюванні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Струтинський В.Б. Методологія наукових досліджень: Підручник з грифом «КПІ» ім. Ігоря Сікорського /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 581с/

2. Струтинський В.Б. Вібраційні процеси механічної обробки: монографія / В.Б. Струтинський, І.В. Перфілов. - Київ: Хімджест. - 2015. – 579 с.

Додаткова література:

1.Струтинський В.Б. Мобільні промислові роботи: монографія /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 542 с.

2.Струтинський В.Б. Визначення динамічних стохастичних сил різання, які виникають при обробці об'єктів на мобільних верстатах роботах шляхом розкладу сил та переміщень по кусково-постійним ортогональним функціям Уолша /Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Гаврушкевич А.Ю., Полунічев В.Е./ Вісник Херсонського національного технічного університету. №4. – 2017. С. 111-120.

3.Strutinsky V. Application of hydraulic automation equipment for the efficiency enhancement of the operation elements of the mobile machinery/V. Strutinsky, L. Polishchuk, L. Kozlov, Yu. Burennikov, V. Kravchuk/ Publisher Politechnika Lubelska, Journal: Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska 2019, Volume 9, nr 2, p. 72-78 DOI: 10.5604/01.3001.0013.2553.

4.Strutinsky V. The development of mechatronic active control system of tool spatial position in parallel kinematics machine tool /Strutinsky Vasil, Anatoliy Demyanenko/ Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Vol.54, №3 (2016), pp. 757-768.

5.Strutinsky V.B. Determination of development grounds and characteristics of mobile multi-coordinate robotic machines for materials machining in field conditions /V.B. Strutinsky, A.A.Hurzhi, O.V. Kolot, V.E.Polunichew/ Науковий вісник Національного гірничого університету / Науково-технічний журнал №5 (155), 2016 (Дніпро), с.43-51.

6. Strutinsky V.B. Dynamic characteristics of a mobile robot manipulator built on the basis of a mechanism with parallel kinematic couplings /V.B. Strutinsky/ Зб.наукових праць «Сучасні технології в машинобудуванні», Харків, НТУ «ХПІ», 2018.– Вип.1 (13), с. 192-206.

7. Струтинський В.Б. Математичне моделювання динамічних характеристик багатокоординатних верстатів з використанням теорії нечітких множин / В.Б. Струтинський, Н.В. Гаврушкевич, В.Е. Полунічев// Технологічні комплекси, №1(9). – 2014. – С. 74-86.

8. Струтинський В.Б. Обґрунтування використання штучних нейронних мереж для компенсації кінематичних та динамічних похибок верстата паралельної кінематики /В.Б. Струтинський, А.С. Дем'яненко // Журнал інженерних наук. Технологія машинобудування, верстати та інструменти. – 2014. - №1. – С.6-11.

9. Струтинський В.Б. Обладнання для вібраційної обробки / Струтинський В.Б., Симонюк В.П., Денисюк В.Ю./ Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади», випуск №10(червень 2017), Луцьк, с.176-185.

10. Strutinsky V. Regularities in the occurrence and propagation of wave processes in the kinematic chains of a mobile robotic machine tool /V. Strutinsky, Yu. Burennikov, L. Kozlov/ Bulletin of the Polytechnical Institute of Jassy. Published by "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași. 2017.

11. Strutinsky V. The development of mechatronic active control system of tool spatial position in parallel kinematics machine tool /Strutinsky Vasil, Anatoliy Demyanenko/ Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Vol.54, №3 (2016), pp. 757-768.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу з використанням методичних матеріалів, доступ до яких наявний у студентів. Під час дистанційної форми навчання – у вигляді відеоконференцій із використанням презентаційних матеріалів.

Студенти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання, щодо його сутності.

На лекційних заняттях проводиться вивчення наступного матеріалу:

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ

Мета, задачі і загальні положення дисципліни. Симуляція основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій за допомогою математичних пакетів. Характеристика основних розділів дисципліни. Методика роботи по вивченню дисципліни. Навчальна література (основна та додаткова). Математична модель та її використання в процесі конструювання . Формалізація моделей. Класи математичних моделей. Априорні математичні моделі . Математичні моделі в процесі технічного дизайну. Постановка задачі моделювання (симуляції).

Особливості математичних моделей машин, що застосовуються при їх проектуванні , конструюванні та технічному дизайні. Моделі основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Формалізація моделей, розширення інформативності. Априорні математичні моделі. Специфіка симуляції аналітичними методами. Числовий експеримент, імітаційне моделювання. Оцінка якості математичних моделей. Основні фактори, що впливають на якість симуляції. Верифікація моделей. Перевірка надійності роботи моделей. Перевірка адекватності моделей. Уточнення математичних моделей. Ідентифікація параметрів математичних моделей . Оптимізація процесів побудови та використання математичних моделей (симуляції) при проектуванні , конструюванні та дизайні машин.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ЗАДАЧІ І МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) НА ОСНОВІ УЗАГАЛЬНЕНИХ ФУНКЦІЙ

Задачі математичного моделювання (симуляції) нестационарних процесів в динамічних систем основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Зовнішні та внутрішні параметри моделей. Різко змінні вхідні динамічні дії та їх симуляція узагальненими функціями. Моделювання (симуляція) суттєво нестационарних процесів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Інструментарій математичного моделювання . Аналітичні моделі нестационарних процесів, їх реалізація . Моделі загального виду. Особливості моделювання (симуляції) нелінійних систем.

РОЗДІЛ 3 ГРАФО- АНАЛІТИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) УСТАЛЕНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ , КОНСТРУЮВАННІ ТА

ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

Використання операторів в математичному моделюванні. Операторні рівняння. Нелінійні оператори. Характеристика операндів.

Знаходження лінійних операторів математичних моделей динамічних систем при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин.

Плавні змінні зовнішні параметри. Моделювання (симуляція) усталених процесів. Синусоїдальні входи, частотні входи. Використання безрозмірних комплексів при математичному моделюванні (симуляції). Лінійні моделі систем. Застосування частотних характеристик при розробці математичних моделей, що використовуються при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин. Реалізація частотних характеристик в програмних середовищах.

Математичні моделі у вигляді орієнтованих графів зв'язку. Структурні схеми основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій та орієнтовані графи зв'язку. Вершини та гілки графів. Віртуальні та фіктивні входи і виходи. Алгебраїчні та диференціальні операції в орієнтованих графах зв'язку. Зміна структури орієнтованих графів зв'язку. Прямі та рекурсивні зв'язки. Фрагменти орієнтованих графів зв'язку. Перетворення орієнтованих графів зв'язку, принцип еквівалентності. Структурні методи математичного моделювання (симуляції) при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Детерміновані структурні математичні моделі, їх алгоритмізація. Інструментарій методів структурного моделювання (симуляції) основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Засоби, що використовуються для моделювання нелінійних систем.

РОЗДІЛ 4 ЗАСОБИ МАТЕМАТИЧНИХ ПАКЕТІВ, ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕТЕРМІНОВАНИХ ПРОЦЕДУР МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ЇХ ПРОЕКТУВАННІ, КОНСТРУЮВАННІ ТА ТЕХНІЧНОМУ ДИЗАЙНІ

Обробка скалярних величин. Панелі інструментів. Панель символічних операцій. Панель операцій математичного аналізу. Диференціальні та інтегральні операції в пакеті MathCad. Інструментарій пакету MathCad для розв'язку звичайних диференціальних рівнянь. Розв'язок диференціальних рівнянь із використанням програмних продуктів. Засоби пакету MathCad для обробки векторів і матриць. Вбудовані функції пакету MathCad, які формують матриці із блоків. Засоби пакету MathCad, які реалізують алгоритми лінійної алгебри.

Засоби пакету MathCAD для роботи з графічними об'єктами. Графічний супровід процесу математичного моделювання.

РОЗДІЛ 5. МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) НЕЧІТКО ВИЗНАЧЕНИХ ТА СТОХАСТИЧНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИН ТА ЗАСОБИ МАТЕМАТИЧНИХ ПАКЕТІВ ДЛЯ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Стохастичні моделі які застосовуються при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин. Стохастичні входи і виходи математичних моделей машин. Випадкові параметри основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій які моделюються при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин.

Статистичні характеристики стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Задачі математичного моделювання статистичної динаміки машин. Статистичний аналіз і впорядкування параметрів. Спектральний аналіз параметрів. Синтез стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Функції приналежності нечітко визначених параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій які моделюються при проектуванні, конструюванні та технічному дизайні машин. Інструментарій математичних пакетів для статистичного аналізу та синтезу нечітко визначених та стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Математичні моделі спектральних характеристик стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій.

РОЗДІЛ 6. ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ SIMULINK ПАКЕТУ MATLAB ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРУКТУРНИХ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ (СИМУЛЯЦІЇ) ВУЗЛІВ ТА МЕХАНІЗМІВ МАШИН ПРИ ЇХ ПРОЕКТУВАННІ ТА КОНСТРУЮВАННІ.

Математичні моделі у вигляді орієнтованих графів зв'язку та їх реалізація в системі Simulink пакету Matlab. Ідеологія та принципи побудови візуальних математичних моделей.

Принципи формування бібліотеки модулів системи Simulink. Основні блоки (модулі) розділу Sources. Основні блоки розділу бібліотеки Sinks. Розділи бібліотеки, призначені для формування математичної моделі. Побудова ієрархічних S-моделей в системі Simulink. Подання моделей у вигляді окремих підсистем (блоків). Вибір і уточнення параметрів блоків. Тестові задачі S-моделі. Діагностика процесу моделювання. Перевірка працездатності структурної моделі. Уніфіковані структурні схеми S-моделей. Формування вхідних параметрів. Тестування структурних моделей. Засоби для тестування S-моделей. Приклади тестових структурних моделей. Формування додаткових виходів S-моделі. Об'єднання блоків. Уточнення зв'язків S-моделі. Перевірка надійності роботи S-моделей. Уточнення задач моделювання. Обробка вихідних масивів даних моделювання S-моделі. Математичне моделювання нечітко визначених та стохастичних параметрів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Методи імітаційного моделювання складних динамічних систем з використанням S-моделей.

Практичні заняття

Рекомендований перелік практичних занять.

1. Симуляція основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій за допомогою математичних пакетів. Інструментарій математичного моделювання Пакети: MathCAD та MATLAB, Maple, Mathematica та інші.

2. Моделювання (симуляція) суттєво нестационарних процесів основних вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій узагальненими функціями. Перехідні процеси у вузлах та механізмах машинобудівних конструкцій

3. Моделювання (симуляція) усталених процесів вузлів машинобудівних конструкцій. Частотні методи моделювання вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Розробка лінійних та нелінійних математичних моделей вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій засобами математичного пакету MathCAD. Засоби математичних пакетів для роботи з графічними об'єктами, що використовуються при математичному моделюванні..

4. Методи моделювання стохастичних систем з використанням математичних пакетів MathCAD та MATLAB. Моделювання стохастичних процесів у вузлах та механізмах машинобудівних конструкцій. Операції з нечіткими математичними об'єктами в математичних пакетах.

5. Система моделювання SIMULINK. Моделювання динамічних об'єктів. Рекомендовані області застосування системи SIMULINK для моделювання вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Побудова і використання S-моделей для моделювання вузлів та механізмів машинобудівних конструкцій. Діагностика працездатності S-моделей.

6. Призначення, особливості та основні функції пакетів системи Control System Toolbox (моделювання та аналіз лінійних систем автоматичного керування), System Identification Toolbox, Optimization Toolbox

На практичних заняттях застосовуються форми індивідуальної та колективної роботи (командна робота, парна робота) для реалізації завдань викладача на набуття навичок самостійної практичної роботи.

Під час вивчення курсу застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);

2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», «аналіз ситуацій» і ін.);

3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів практичних завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (програмні засоби, мобільні застосунки і ін.).

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає підготовку до практичних занять, виконання індивідуальних завдань за тематикою практичних занять, підготовку до контрольної роботи. Загальна сума годин, передбачених для виконання самостійної роботи складає 66 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрових завдань.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються звіти з практичних робіт. Захист звіту з практичних робіт можливий і раніше, але обов'язково до початку заліку з дисципліни.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання модульної контрольної роботи на вищу оцінку не передбачено.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", https://document.kpi.ua/2022_НОН-228

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота, експрес опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова оцінка R студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- виконання практичних робіт $r1$;
- модульну контрольну роботу $r2$;

- екзамен r3.

Додатково PCO передбачає можливість нарахування заохочувальних та штрафних балів.

Звіт з практичних робіт (r1)

Звіт з практичних робіт вміщує усі завдання, видані викладачем. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за його правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях. Оцінювання звіту здійснюється відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1

Рейтингові бали за звіт з практичних робіт

Бали	Критерій оцінювання
44	Завдання виконані, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
36	Завдання виконані з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
32	Завдання виконані з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
28	Завдання виконані з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
24	Завдання виконані із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Завдання не виконані, звіт не представлений.

Максимальна кількість балів становить:

$$r1 = 44 \text{ балів.}$$

Мінімальна кількість балів за звіт з практичних робіт складає не менше 60% від максимальної кількості:

$$r1_{min} = 0,6 \times 44 = 26 \text{ балів.}$$

Модульна контрольна робота (r2)

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 годині кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділами 1-3 Контрольна робота-2 виконується за розділами 4-6.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 8 балів.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
8	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
7,2	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
6,4	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
5,6	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
4,8	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r2 = 8 \text{ балів} \times 2 = 16 \text{ балів}$$

Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у

країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто $60 \times 0,1 = 6$ балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль «Календарний контроль» Електронного кампусу.

Критерії семестрового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.

Друга складова – це екзаменаційна оцінка, призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзамен проводиться у письмовій формі. Час написання екзамену складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з двох питань. Кожне питання максимально оцінюється у 20 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$r3 = 20 \text{ балів} \times 2 = 40 \text{ балів}$$

Критерій оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за табл. 3.

Таблиця 3

Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
20,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві неточності
18,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), можливі незначні помилки.
16,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), є помилки та неточності.
14,0	Задовільна відповідь (не менше 65% інформації), відповідь неповна, є помилки.
12,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації), є суттєві помилки.
0,0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних, штрафних балів та екзамену:

$$R = r1 + r2 + r3 = 44 + (8 + 8) + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 4).

Таблиця 4

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри КМ, ММІ, д.т.н., проф. Струтинським В.Б.

Ухвалено кафедрою Конструювання машин (протокол № 13 від 19.07.2022 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 29.08.2022 року)