



Електромеханічні системи промислових робіт

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, весінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 годин / 6 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/експрес-опитування на лекціях, виконання і захист лабораторних робіт, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н. Пересада Сергій Михайлович, 0973847413</i> Лабораторні: <i>асистент Ніконенко Євген Олексійович, 0660214977</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTY0ODg5NjE1NDgy?cjc=t5vsxms</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Електромеханічні системи промислових робіт» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей: (ЗК1) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК3) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (ЗК6) Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями; (ЗК7) Здатність виявляти та оцінювати ризики.

Предмет навчальної дисципліни – методи і алгоритми керування електромеханічними системами промислових робіт.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (ФК1) Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (ФК4) Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК9) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої

розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (ФК11) Здатність проектувати алгоритми робастного та адаптивного керування для електромеханічних систем автоматизації та електроприводів, розробляти оптимальні та інтелектуальні закони керування з використанням методів ідентифікації та спостереження; (ФК16) Здатність до виконання дослідно-конструкторських робіт, що передбачають розробку нових та модернізацію існуючих електромеханічних систем автоматизації та електроприводів..

Уміння: (PH01) Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні; (PH05) Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (PH11) Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки; (PH13) Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами; (PH14) Опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. (PH06) Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності.

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

Вивченню дисципліни «Електромеханічні системи промислових роботів» передують базові дисципліни "Технічна механіка", "Електричні машини", "Теорія автоматичного керування", "Автоматизований електропривод", "Основи мехатроніки", "Робототехніка та мехатроніка", "Керування електроприводами". Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти «Практичним курсом іншомовного ділового спілкування», оскільки значна частина новітніх методів керування описується в науковій літературі англійською мовою. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого проходження практики на виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи, а саме:

Розділ 1. Динаміка і кінематика EMC

Лекція 1. Вступ. Мета вивчення модуля дисципліни та її зміст. Сучасний стан розвитку електромеханічних систем з двигунами змінного струму. Системи керування рухом. Методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни.

Тема 1.1. Динаміка і кінематика машин

Лекція 2. Задачі кінематики та динаміки машин. Базові визначення кінематики та динаміки багатоланкових механізмів. Головні задачі кінематики та динаміки. Позиційне та слідкуюче керування. Функціональні схеми промислових роботів.

Лекція 3. Робочі процеси машин, структура маніпуляційних систем.

Компоновки промислових роботів. Кількість ступенів свободи, кінематичні пари, передавальні пристрої, типи електромеханічних перетворювачів.

Тема 1.2. Кінематичний аналіз промислових роботів

Лекція 4. Маніпуляційні системи промислових роботів. Розімкнуті кінематичні кола. Загальне формулювання прямої та оберненої задач кінематики. Системи координат

промислових маніпуляторів. Матриці направляючих косинусів. Типова форма матриць направляючих косинусів при обертанні відносно осей систем координат. Перетворення координат. Приклади.

Лекція 5. Однорідне перетворення координат. Вектори та матриці при однорідному перетворенні координат. Зворотне однорідне перетворення. Застосування однорідного перетворення для кінематичного аналізу маніпуляторів.

Лекція 6. Метод Денавіта-Хартенберга. Формулювання та отримання розв'язку прямої задачі кінематики для багатоланкового маніпулятора з використанням методу Денавіта-Хартенберга.

Лекція 7. Вирішення прямої задачі кінематики для дволанкового планарного маніпулятора.

Лекція 8. Задача прямої кінематики для Стендфорського маніпулятора. Отримання кінематичного рівняння для 6-ти ланкового маніпулятора методом Денавіта-Хартенберга.

Тема 1.3. Зворотні задачі кінематики

Лекція 9. Зворотна задача кінематики. Загальна постановка вирішення зворотної задачі кінематики. Методи вирішення зворотної задачі кінематики.

Лекція 10. Зворотна задача для дволанкового маніпулятора. Приклад вирішення зворотної задачі кінематики. Вирішення зворотної задачі для дволанкового маніпулятора.

Лекція 11. Швидкісна задача кінематики. Диференційний рух, рівняння швидкісного руху.

Лекція 12. Якобіан механічної системи, надлишковість швидкісного руху, виродженість.

Розділ 2. Динаміка одномасових механічних систем

Тема 2.1. Математичний опис одномасових механічних об'єктів.

Лекція 13. Рівняння динаміки одномасових електромеханічних систем. Загальні рівняння динаміки одномасових механічних систем. Моментне керування при використанні двигунів постійного та змінного струмів. Типи моментів збурення.

Тема 2.2. Алгоритми керування одномасовими механічними об'єктами.

Лекція 14. Регулювання та відпрацювання положення. Вирішення задач регулювання та відпрацювання положення. Алгоритми позиційного, позиційно-контурного та контурного керування. Розрахунок коефіцієнтів регуляторів. Динамічні характеристики при регулюванні та відпрацюванні кутового положення.

Лекція 15. Регулювання положення та відпрацювання траєкторій руху при дії збурень. Алгоритми прямої компенсації відомого моменту навантаження. Алгоритми компенсації постійного (повільно змінного) моменту навантаження. Розрахунок параметрів регуляторів.

Лекція 16. Алгоритм відпрацювання положення на основі вирішення зворотної покрокової процедури синтезу.

Лекція 17. Порівняльний аналіз алгоритмів керування рухом. Динамічні та статичні властивості алгоритмів позиційного, позиційно-контурного та контурного керування. Приклади промислових систем керування рухом одно масових об'єктів.

Лекція 18. Автономні рухомі об'єкти.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Література:

1. *Робототехніка та мехатроніка. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. М. Пересада, Є.*

О. Ніконенко, О. Ю. Зінченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,1 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 115 с. – Назва з екрана.

2. Теорія мехатронних систем. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньою програмою «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. С. М. Пересада, С. М. Ковбаса. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,5 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 95 с. – Назва з екрана.

3. Загірняк М.В., Клепиков В.Б., Ковбаса С.М., Михальський В.М., Пересада С.М., Садовой О.В., Шаповал І.А. Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення. Київ: НАН України, 2018. 310 с.

4. Пересада, С. М. Непряме векторне керування асинхронними двигунами з властивостями робастності та адаптації до змін активного опору ротора [Електронний ресурс] : монографія / Пересада С. М., Ковбаса С. М., Красношопка Н. Д. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,96 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 174 с.

5. Пересада С. М., Ковбаса С. М., Ніконенко Є.О., Димко С.С., «Векторне керування асинхронними двигунами з максимізацією співвідношення момент-струм: монографія», КПІ ім. Ігоря Сікорського, Електронні текстові дані (1 файл: 6,3 МБайт), Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 119 с.

6. Теорія адаптивного та робастного керування. Курсова робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С. М. Пересада, С. М. Ковбаса, Є. О. Ніконенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 55 с. – Назва з екрана.

7. Теорія електропривода / За ред. М.Г. Поповича.- К.: Вища школа, 1993.-494 с.

8. Динаміка і кінематика електромехатронних систем: Метод. вказівки до виконання модульної контрольної роботи для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» / Уклад.: С.М. Пересада, С. М. Ковбаса.–К.:НТУУ «КПІ», 2007.–48с.

9. Н. Asada, I. E. Slotine Robot analysis and control, J. Wiley, New York, 1985.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Розділ 1. Динаміка і кінематика ЕМС Лекція 1. Вступ. Мета вивчення модуля дисципліни та її зміст. Сучасний стан розвитку електромеханічних систем з двигунами змінного струму. Системи керування рухом. Методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни. Література: [1], [2].
2	Тема 1.1. Динаміка і кінематика машин Лекція 2. Задачі кінематики та динаміки машин. Базові визначення кінематики та динаміки багатоланкових механізмів. Головні задачі кінематики та динаміки. Позиційне та слідкуюче керування. Функціональні схеми промислових роботів. Література: [1], стор. 24-51.
3	Лекція 3. Робочі процеси машин, структура маніпуляційних систем. Компонувки промислових роботів. Кількість ступенів свободи, кінематичні пари, передавальні пристрої, типи електромеханічних перетворювачів.

	Література: [3], [4], [5].
4	Тема 1.2. Кінематичний аналіз промислових роботів Лекція 4. Маніпуляційні системи промислових роботів. Розімкнуті кінематичні кола. Загальне формулювання прямої та оберненої задач кінематики. Системи координат промислових маніпуляторів. Матриці направляючих косинусів. Типова форма матриць направляючих косинусів при обертанні відносно осей систем координат. Перетворення координат. Приклади. Література: [1], [6], стор. 32-36.
5	Лекція 5. Однорідне перетворення координат. Вектори та матриці при однорідному перетворенні координат. Зворотне однорідне перетворення. Застосування однорідного перетворення для кінематичного аналізу маніпуляторів. Література: [1], [6].
6	Лекція 6. Метод Денавіта-Хартенберга. Формулювання та отримання розв'язку прямої задачі кінематики для багатоланкового маніпулятора з використанням методу Денавіта-Хартенберга. Література: [1], [6], [7].
7	Лекція 7. Вирішення прямої задачі кінематики для дволанкового планарного маніпулятора. Література: [1], [6], [8].
8	Лекція 8. Задача прямої кінематики для Стендфорського маніпулятора. Отримання кінематичного рівняння для 6-ти ланкового маніпулятора методом Денавіта-Хартенберга. Література: [1], [8], [9].
9	Тема 1.3. Зворотні задачі кінематики Лекція 9. Зворотна задача кінематики. Загальна постановка вирішення зворотної задачі кінематики. Методи ви-рішення зворотної задачі кінематики. Література: [1], [6], [9].
10	Лекція 10. Зворотна задача для дволанкового маніпулятора. Приклад вирішення зворотної задачі кінематики. Вирішення зворотної задачі для дволанкового маніпулятора. Література: [1], [8], [9].
11	Лекція 11. Швидкісна задача кінематики. Диференційний рух, рівняння швидкісного руху. Література: [1], [6], стор. 36-38, [9].
12	Лекція 12. Якобіан механічної системи, надлишковість швидкісного руху, виродженість. Література: [17], стор. 186-195; [18], стор. 35-36.
13	Розділ 2. Динаміка одномасових механічних систем Тема 2.1. Математичний опис одномасових механічних об'єктів. Лекція 13. Рівняння динаміки одномасових електромеханічних систем. Загальні рівняння динаміки одномасових механічних систем. Моментне керування при використанні двигунів постійного та змінного струмів. Типи моментів збурення. Література: [1], [6], [9].
14	Тема 2.2. Алгоритми керування одномасовими механічними об'єктами. Лекція 14. Регулювання та відпрацювання положення. Вирішення задач регулювання та відпрацювання положення. Алгоритми позиційного, позиційно-контурного та контурного керування. Розрахунок коефіцієнтів регуляторів. Динамічні характеристики при регулюванні та відпрацюванні кутового положення. Література: [6], [8], [9].
15	Лекція 15. Регулювання положення та відпрацювання траєкторій руху при дії

	збурень. Алгоритми прямої компенсації відомого моменту навантаження. Алгоритми компенсації постійного (повільно змінного) моменту навантаження. Розрахунок параметрів регуляторів. Література: [6], [8], [9].
16	Лекція 16. Алгоритм відпрацювання положення на основі вирішення зворотної покрокової процедури синтезу. Література: [6], [8], [9].
17	Лекція 17. Порівняльний аналіз алгоритмів керування рухом. Динамічні та статичні властивості алгоритмів позиційного, позиційно-контурного та контурного керування. Приклади промислових систем керування рухом одно масових об'єктів. Література: [6], [8], [9].
18	Лекція 18. Автономні рухомі об'єкти. Література: [7], [8], [9].

Лабораторні роботи (комп'ютерний практикум)

Метою лабораторних занять (комп'ютерного практику) є закріплення теоретичних знань з дисципліни, надбання студентами практичних навичок з проведення досліджень динамічних та статичних характеристик, вивчення функціонування промислових роботів, та їх налаштування.

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Алгоритмізація траєкторії руху по координатах $x(t)$ та $y(t)$ для заданої фігури відпрацювання. Побудова отриманої траєкторії $y(x)$. Вибір довжини ланок маніпулятора.
2	Розв'язок прямої задачі кінематики методом Денавіта-Хартенберга.
3	Розв'язок оберненої задачі кінематики і побудова законів змін узагальнених координат маніпулятора, які необхідні для відпрацювання заданої фігури. Перевірка отриманого рішення методом моделювання прямої задачі кінематики.
4	Розв'язок оберненої швидкісної задачі і побудова закони змін узагальнених швидкостей, які необхідні для відпрацювання заданої фігури.
5	Отримання динамічної моделі дволанкового маніпулятора і розрахунок її параметрів
6	Проектування алгоритму позиційного і позиційно-контурного керування для заданих значень власної частоти недемпфованих коливань і коефіцієнту демпфування.
7	Виконання досліджень динамічних процесів відпрацювання заданих траєкторії для позиційного і позиційно-контурного керування для двох значень власної частоти недемпфованих коливань.
8	Виконання індивідуального завдання, заданого керівником.
9	Проведення дослідження динаміки відпрацювання маніпулятором заданих траєкторій за допомогою програми "Manipulr.exe".

Розрахунково-графічна робота

Метою РГР є імплементація методів робастних систем для керування промисловими роботами в задачах відпрацювання заданих траєкторій руху, які конструюються за рахунок розв'язку прямої і оберненої задачі кінематики методом Денавіта-Хартенберга. Робастність алгоритмів керування передбачається дослідити моделюванням системи відпрацювання координат робочого органу в умовах врахування точок виродженості. У результаті виконання РГР студенти повинні набути знань зі структури, методів керування та налаштування систем керування рухом.

Кожному студенту надається технічне завдання на розробку та дослідження системи керування за варіантом.

Задана фігура на відпрацювання показана на рис. А.1 – рис. А.7. Координати вершин фігур подано у таблицях А.1 – А.3. У відповідності з номером варіанта необхідно вибрати вид фігури відпрацювання та координати її вершин. Точка виходу на траєкторію обирається довільно.

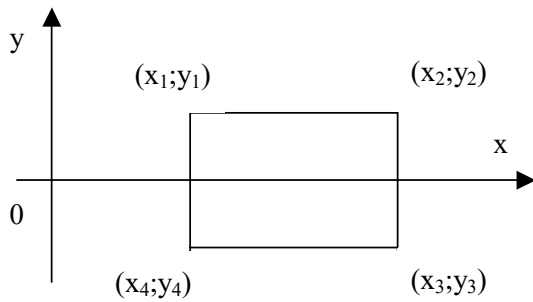


Рисунок А.1 – Варіанти №1-4

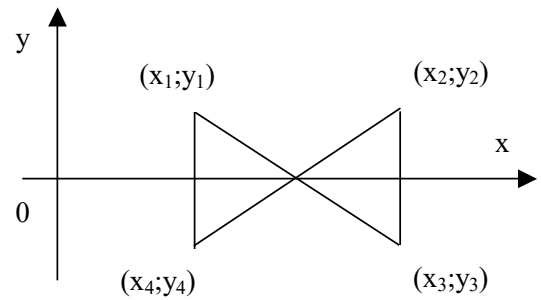


Рисунок А.2 – Варіанти №5-8

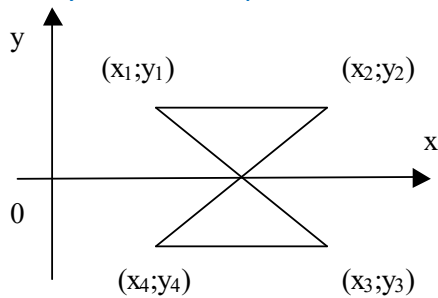


Рисунок А.3 – Варіанти №9-12

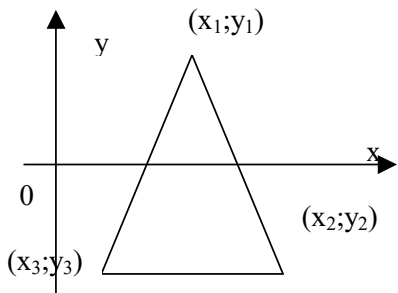


Рисунок А.4 – Варіанти №13-16

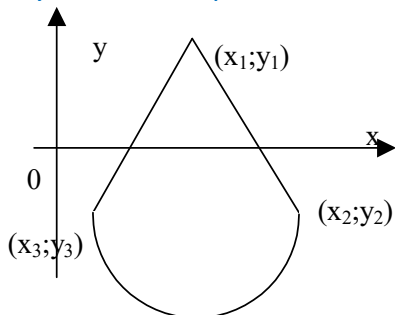


Рисунок А.5 – Варіанти №17-20

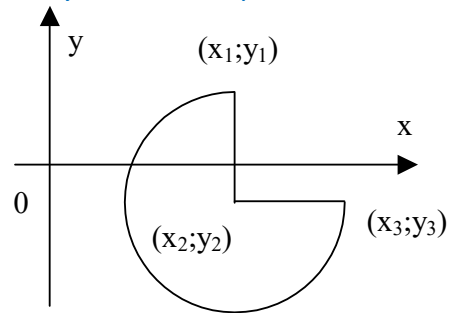


Рисунок А.6 – Варіанти №21-24

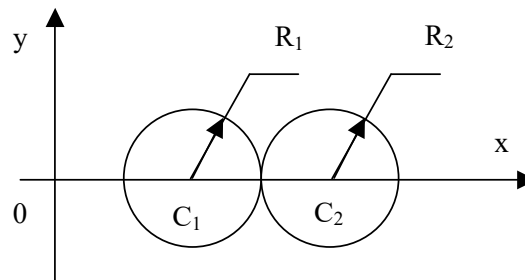


Рисунок А.7 – Варіанти №25-26

Таблиця А.1 – Координат вершин фігур для варіантів № 1-12

№ варіанта	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4
1, 5, 9	0.3	0.4	1	0.4	1	-0.4	0.3	-0.4
2, 6, 10	-0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	-0.3	0.1
3, 7, 11	0	1	1	1	1	-1	0	-1
4, 8, 12	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-1.5	-0.5	-1.5

Таблиця А.2 – Координат вершин фігур для варіантів № 13-24

№ варіанта	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3
13, 17, 21	0.8	0.4	1	0	0,6	0
14, 18, 22	0.8	0.8	1	0.4	0.6	0.4
15, 19, 23	-0.3	0.4	0	0.7	0	0.1
16, 20, 24	1.5	0.5	1	0.5	1.5	0

Таблиця А.3 – Координат вершин фігур для варіантів № 25-26

№ варіанта	C1		C2		R_1	R_2
	x_1	y_1	x_2	y_2		
25	0.6	0	1.4	0	0,4	0,4
26	0.8	0	1.4	0	0.2	0.4

У розрахунково-графічній роботі необхідно виконати:

1. Алгоритмізацію траєкторій руху по координатах для заданої фігури відпрацювання. Вибрати довжини ланок маніпулятора.
2. Розв'язати пряму задачу кінематики методом Денавіта-Хартенберга.
3. Розв'язати обернену задачу кінематики та побудувати закони змін узагальнених координат маніпулятора, що необхідні для відпрацювання заданої фігури. Виконати перевірку отриманого рішення методом моделювання прямої задачі кінематики.
4. Розв'язати обернену швидкісну задачу та побудувати закони змін узагальнених швидкостей, що необхідні для відпрацювання заданої фігури.
5. Отримати динамічну модель дволанкового маніпулятора і розрахунок її параметрів.
6. Спроекувати алгоритм позиційного і позиційно-контурного керування для двох заданих значень власної частоти недемпфованих коливань і коефіцієнту демпфування .
7. Виконати дослідження динамічних процесів відпрацювання заданих траєкторії для позиційного і позиційно-контурного керування для двох значень власної частоти недемпфованих коливань.
8. Виконати індивідуальне завдання, задане керівником курсової роботи.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	45
2	Підготовка до лабораторних робіт	24
3	Розрахунково-графічна робота	24
4	Підготовка до МКР	15

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Курсовий проект з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;

• при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача;

• студенти зобов'язані відвідувати консультації з дисципліни «Курсовий проект з електромеханічних систем електричних транспортних засобів»;

• студенти зобов'язані регулярно переглядати повідомлення в курсі moodle, та/або спільному телеграм-каналі, а також оперативно на них реагувати;

• у випадку дистанційної форми навчання, студенти мають вчасно завантажувати розділи курсового проекту в Google клас для перевірки.

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

Поточний контроль: робота на лекціях, захист лабораторних робіт, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- написання, оформлення та захист розрахунково-графічної роботи (РГР).

Експрес-опитування	Захист лабораторних робіт	МКР	РГР
36	20	12	32

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал 2.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

2 бал * 18 = 36 балів.

Критерії оцінювання

- повністю правильні відповіді – 2;
- неповністю правильні відповіді – 1;
- заохочення за активність на занятті чи вирішення додаткових завдань – 1.

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $5 \times 4 = 20$ балів.

Критерії оцінювання

- повне виконання дослідницької частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 5 балів;
- обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 2 ... 4 балів;
- суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 1 ... 2 балів;
- неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 32.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання і захист – 30-32 бали;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 20...29 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 10...19 балів;
- розрахунок неправильний – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 10 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Максимальний бал за МКР – 12.

Критерії оцінювання

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 – 12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7 – 9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5 – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) або відсутність під час проведення роботи – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Тематикою МКР є математичний опис моделі N-ланкового роботу-маніпулятора, заданий за варіантом.

Форма семестрового контролю – залік

Необхідною умовою допуску до заліку є захист лабораторних робіт та РГР. До заліку допускаються студенти з кількістю балів 30 або більше. За умови отримання студентом у семестрі оцінки 60 та більше, оцінка може бути поставлена «автоматом». За бажанням студент пише залікову роботу, при цьому залишаються бали з РГР і МКР. Залікова робота складається з теоретичного і практичного питань..

Критерії оцінювання екзамену

Максимальний рейтинг заліку дорівнює 56 балів. Теоретичне і практичне питання оцінюються у 28 балів.

Система оцінювання теоретичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 23-28 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 18-22 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-17 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 9 балів) – 0 балів.

Система оцінювання практичного завдання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 23-28 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 18-22 балів;
- «задовільно», завдання виконано з певними недоліками – 15-17 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Темати, які виносяться на залік

1. Теоретичні питання формуються відповідно до тем лекційних занять. Вони вміщують математичний опис систем роботів-маніпуляторів, аналітичне вирішення задач.

2. Задача (практичне запитання) полягає в дослідженні системи, яка синтезована в теоретичному питанні, шляхом моделювання. Студент має використати моделюючу програму, яку він розробляв на практичних заняттях, промодельовати, оформити графіки перехідних процесів і надати їх аналіз.

На залік виносяться усі теми та приклади, розглянуті протягом семестру.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни здійснюється шляхом вирішення конкретних задач. Бажано, щоб під час лекцій студенти використовували комп'ютери для демонстрації теоретичних положень та їх практичного застосування.

При вивченні кредитного модуля особливу увагу приділити положенню та орієнтації твердого тіла у просторі; прямій та зворотним задачам кінематики; (розділ 1) динаміці маніпуляційних систем (розділ 2).

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ у НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, д.т.н. Пересадою С. М., та асистентом Ніконенком Є.О.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 14 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)