

Міністерство освіти і науки України
ЗПО Дніпровський професійний технологічний коледж

ЗАТВЕРДЖУЮ
навчально-методичної роботи
Дніпровський професійний технологічний коледж
Сергій ГОРДІЄНКО
«28» серпня 2026 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ І КІНЕМАТИКИ

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія / G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування (G11 Машинобудування)

Спеціалізація: Верстати та інструменти

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Кількість кредитів ЄКТС	3 кредити
Загальна кількість годин	90 годин
Рік підготовки (курс)	II курс
Семестр викладання	4 семестр

Аудиторні години (всього)	56 годин
з них: Лекції	34 години
з них: Практичні заняття	22 години
Самостійна робота здобувача (СРС)	34 години
Форма підсумкового контролю	Диференційований залік

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: Формування у здобувачів фахової передвищої освіти комплексу теоретичних знань та практичних навичок з основ проектування, будови, кінематики та керування робототехнічними системами (маніпуляторами та мобільними платформами), необхідних для автоматизації процесів галузевого машинобудування.

Спеціальна мета (адаптаційна): Розвиток інженерного та системного мислення здобувачів, їх підготовка до умов цифрової трансформації машинобудівної галузі, адаптація до роботи з сучасним роботизованим технологічним обладнанням (включаючи CAD/CAM/CAE системи), формування навичок роботи з технічною документацією та мікропроцесорними системами керування.

Основні завдання:

1. Вивчення термінології, класифікації, поколінь та загальної структури сучасних роботів (інформаційно-вимірювальна, керуюча, виконавча системи та система зв'язку).
2. Опанування теоретичних основ кінематики маніпуляторів: визначення ступенів рухливості, вирішення прямої та зворотної задач кінематики.
3. Дослідження принципів роботи та конструкцій приводів (пневматичних, гідравлічних, електричних) та передавальних механізмів.
4. Вивчення сенсорних систем роботів (датчики положення, швидкості, зусилля, тактильні датчики, системи комп'ютерного зору).
5. Засвоєння методів локалізації та навігації мобільних роботів у просторі (фільтри Калмана, одометрія).
6. Ознайомлення з базовими принципами програмування робототехнічних систем (на базі мікроконтролерів типу Arduino, Raspberry Pi тощо) та алгоритмами обробки зображень.

3. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Нормативні документи, на основі яких розроблена програма

- Закон України «Про фахову передвищу освіту».
- Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування».
- Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології у машинобудуванні» (спеціалізація: Верстати та інструменти), 2025 р.

- Положення про організацію освітнього процесу в ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж».

3.2. Вимоги до кандидатів на підготовку

Освітній рівень: Базові знання з вищої математики (матричне числення, тригонометрія), фізики (механіка, електрика), технічної механіки, нарисної геометрії та інформатики.

3.3. Етапи підготовки

Вивчення здійснюється протягом одного семестру і поділяється на три змістові модулі:

- **Модуль 1: Архітектура та сенсорики робототехнічних систем.** Вивчення загальної структури роботів, датчиків наближення, енкодерів, систем технічного зору та принципів машинного сприйняття навколишнього середовища.
- **Модуль 2: Виконавчі механізми та приводи.** Дослідження типів актуаторів (гідро-, пневмо-, електроприводи, крокові та серводвигуни), передавальних механізмів (зубчасті, хвильові, кульково-гвинтові передачі) та конструкцій захватних пристроїв.
- **Модуль 3: Кінематика, локалізація та керування.** Аналіз структурних схем маніпуляторів, розв'язання прямої та зворотної задач кінематики, локалізація мобільних роботів (фільтр Калмана) та основи алгоритмізації керування.

3.4. Кваліфікаційні вимоги до випускників

Після завершення курсу здобувач повинен:

ЗНАТИ: будову роботів різних поколінь; класифікацію та принцип дії актуаторів і сенсорів; основи теорії кінематики просторових механізмів з розімкненим кінематичним ланцюгом; принципи функціонування систем машинного зору; алгоритми систем керування.

ВМІТИ: складати структурні та кінематичні схеми маніпуляторів; розраховувати ступені рухливості; підбирати приводи та сенсорне забезпечення для конкретних технологічних задач; здійснювати математичне моделювання кінематики простих маніпуляторів; розуміти базові алгоритми обробки сигналів датчиків.

ВИКОРИСТОВУВАТИ: сучасну фахову термінологію в галузі мехатроніки та робототехніки; довідкову технічну літературу щодо компонентної бази роботів; навички алгоритмічного мислення для програмування мікроконтролерних систем.

4. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно з вимогами стандарту фахової передвищої освіти (спеціальність 133), вивчення дисципліни забезпечує формування таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- **ЗК3.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК4.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- **ЗК7.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

- **ЗК8.** Здатність приймати обґрунтовані рішення

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

- **СК3.** Здатність використовувати знання й практичні навички в галузі конструкторської та технологічної підготовки виробництва.
- **СК4.** Здатність здійснювати раціональний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації у галузевому машинобудуванні.
- **СК7.** Здатність застосовувати комп'ютерні програми для вирішення технічних завдань у галузі машинобудування.

Програмні результати навчання (РН):

- **РН2.** Застосовувати знання будови та принципу дії технологічного устаткування для забезпечення потреб галузевого машинобудування.
- **РН4.** Використовувати стандартні методики та державні стандарти під час проєктування деталей і вузлів технологічного устаткування та пристосувань.
- **РН7.** Володіти методами конструювання та розрахунку типових вузлів та механізмів технічних об'єктів галузевого машинобудування, виконувати конструкторські розрахунки окремих елементів вузлів та машин (розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість, витривалість), пропонувати зміни в конструкторську та технологічну документацію.
- **РН13.** Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні та комунікаційні технології на всіх етапах життєвого циклу технічних об'єктів галузевого машинобудування.

Матриця відповідності компетентностей та результатів навчання

Компетентності / Результати навчання	РН2	РН4	РН7	РН13
ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	+	+	+	+
ЗК4. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності	+	+	+	+
ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями			+	+
ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення	+	+	+	
СК3. Здатність використовувати знання в галузі конструкторської та технологічної підготовки		+	+	
СК4. Здатність здійснювати раціональний вибір технологічного обладнання	+			
СК7. Здатність застосовувати комп'ютерні програми для вирішення технічних завдань				+

5. НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН КУРСУ

5.1. Розрахунок навчального часу

Вид навчальної роботи	Кількість годин	% від загального обсягу
УСЬОГО за курсом (3 кредити ЄКТС)	90	100%
Аудиторні заняття (всього)	56	62,2%
— з них: Лекції	34	37,8%
— з них: Практичні заняття	22	24,4%
Самостійна робота здобувача (СРС)	34	37,8%

5.2. Розподіл навчальних годин за модулями

№ з/п	Назва модулів та тем	Усього (год)	Лекції (год)	Практ. (год)	СРС (год)
МОДУЛЬ 1. АРХІТЕКТУРА ТА СЕНСОРИКА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ					
1	Тема 1. Вступ до робототехніки. Історія, класифікація та покоління роботів.	6	2	2	2
2	Тема 2. Загальна структурна схема роботи. Системи керування, зв'язку та моторики.	6	2	2	2
3	Тема 3. Сенсорні системи. Базові датчики: наближення, дотику, MEMS-акселерометри.	6	2	2	2
4	Тема 4. Вимірювання переміщень. Інкрементні та магнітні енкодери. GPS системи.	6	2	2	2
5	Тема 5. Основи систем комп'ютерного зору. Камери, цифрові зображення, розпізнавання.	8	4	0	4
МОДУЛЬ 2. ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ ТА ПРИВОДИ					
6	Тема 6. Гідравлічні та пневматичні приводи в робототехніці.	5	2	2	1

7	Тема 7. Електричні приводи. Двигуни постійного/змінного струму, сервоприводи.	6	2	2	2
8	Тема 8. Крокові двигуни: будова, двофазне управління, драйвери.	6	2	2	2
9	Тема 9. Передавальні механізми (Хвильові, зубчасті, рейкові, КГП).	6	2	2	2
10	Тема 10. Робочі органи. Класифікація та розрахунок захватних пристроїв.	5	2	0	3
МОДУЛЬ 3. КІНЕМАТИКА, ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА КЕРУВАННЯ					
11	Тема 11. Основи кінематики маніпуляторів. Ступені рухливості. Структурні схеми.	6	2	2	2
12	Тема 12. Пряма задача кінематики. Матриці переходу.	6	2	2	2
13	Тема 13. Зворотна задача кінематики. Аналітичні методи вирішення.	6	2	2	2
14	Тема 14. Швидкісна кінематика (Якобіани). Динаміка маніпуляторів.	5	2	0	3
15	Тема 15. Локалізація мобільних роботів. Одометрія та фільтри Калмана.	7	4	0	3
	РАЗОМ ЗА КУРСОМ:	90	34	22	34

5.3. Самостійна робота (CPC)

Самостійна робота обсягом 34 години спрямована на поглиблення теоретичних знань та розвиток інженерно-розрахункових навичок. Вона включає: самостійне опрацювання нормативної літератури та технічних специфікацій (datasheets) на датчики та актуатори; виконання індивідуальних розрахункових завдань з визначення ступенів вільності складних механізмів; розв'язання прямої задачі кінематики для конкретних промислових маніпуляторів (наприклад, SCARA або антропоморфних); вивчення основ візуального програмування (Scratch, Arduino IDE); аналіз сучасних тенденцій розвитку штучного інтелекту в робототехніці (ChatGPT в роботах).

Формою звітності є захист індивідуальних завдань, розв'язані задачі у робочому зошиті та підготовка презентацій.

6. ДЕТАЛЬНА ПРОГРАМА КУРСУ

Тема та ключові питання лекцій	Лекції (год)	Практ. (год)	СРС (год)	Формат практичної та самостійної роботи
МОДУЛЬ 1. АРХІТЕКТУРА ТА СЕНСОРИКА РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ				
Тема 1. Вступ до робототехніки. 1.1. Історія розвитку від автоматів до сучасних роботів (Талос, роботи Леонардо да Вінчі, Жак де Вокансон, Unimate). 1.2. Визначення поняття "робот" (SENSE-THINK-ACT). 1.3. Покоління роботів (програмні, адаптивні, інтелектні, нейронні). 1.4. Класифікація (промислові, мобільні платформи, медичні, військові, побутові).	2	2	2	Практична 1: Аналіз конструкцій сучасних промислових роботів. Складання класифікаційної таблиці за функціональними ознаками. СРС: Опрацювання конспекту. Підготовка доповіді про вплив роботів на суспільство та етичні закони Азімова.
Тема 2. Загальна структурна схема роботи. 2.1. Система керування (мозок), її ієрархія: стратегічний, тактичний, виконавчий рівні. 2.2. Інформаційно-вимірювальна система (сенсорика). 2.3. Система зв'язку (комунікація: дротова, бездротова, Bluetooth, Wi-Fi). 2.4. Виконавча система (моторика: маніпулятори, шасі).	2	2	2	Практична 2: Побудова структурної блок-схеми мехатронної системи (робота) із зазначенням взаємозв'язків між підсистемами. СРС: Аналіз апаратних платформ для навчання (Arduino, Raspberry Pi). Дослідження архітектури мікроконтролерів (MCU) та SoC.

Тема 3. Сенсорні системи. Базові датчики. 3.1. Загальні вимоги до датчиків (діапазон, чутливість, похибка). 3.2. Датчики наближення (ультразвукові HC-SR04, інфрачервоні, індуктивні, ємнісні). 3.3. Тактильні датчики (дотику, тиску, проковзування). 3.4. Мікроелектромеханічні системи (MEMS): акселерометри та гіроскопи (напр., MMA8452Q).	2	2	2	Практична 3: Розрахунок характеристик датчиків. Вивчення схем підключення ультразвукових та інфрачервоних сенсорів до мікроконтролера. СРС: Огляд новітніх розробок у галузі "штучної шкіри" (матриці сенсорів тиску) для робототехніки.
Тема 4. Вимірювання переміщень. 4.1. Призначення енкодерів у робототехніці. 4.2. Оптичні інкрементні енкодери: будова (диск з прорізами, фотопара) та принцип формування квадратурного сигналу. 4.3. Абсолютні та магнітні енкодери (ефект Холла). 4.4. Системи глобального позиціонування (GPS/GLONASS) для мобільних платформ.	2	2	2	Практична 4: Розрахунок роздільної здатності оптичного енкодера. Визначення лінійного переміщення за кількістю імпульсів. СРС: Порівняльний аналіз точності інкрементних та абсолютних енкодерів при позиціонуванні суглобів маніпулятора.
Тема 5. Основи систем комп'ютерного (технічного) зору. 5.1. Принципи формування цифрового зображення (пікселі, колірні моделі RGB, HSV). 5.2. Апаратна частина: камери технічного зору, об'єктиви, освітлення. 5.3. Базові методи обробки зображень (фільтрація, виділення контурів, сегментація). 5.4. Вступ до розпізнавання образів та машинного навчання в зорі.	4	0	4	Лекційна форма + СРС: Самостійне вивчення інструментів аналізу зображень (вступ до OpenCV). Розгляд кейсу: застосування СТЗ для сортування деталей на конвеєрі.

МОДУЛЬ 2. ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ ТА ПРИВОДИ

Тема 6. Гідравлічні та пневматичні приводи. 6.1. Загальна будова приводу (двигун + трансмісія). 6.2. Пневмоприводи: переваги (висока швидкодія, пожежобезпечність), недоліки, пневмоциліндри та розподільники. 6.3. Гідроприводи: принцип дії, гідроциліндри, гідромотори (пластинчасті, поршневі), застосування у важких роботах.	2	2	1	Практична 5: Читання та складання простих пневматичних та гідравлічних схем маніпуляторів (використання ГОСТ/ISO позначень). СРС: Розрахунок зусилля на штоці пневмоциліндра двобічної дії.
Тема 7. Електричні приводи. 7.1. Електродвигуни постійного струму: принцип дії, методи ШІМ (PWM) керування. 7.2. Електродвигуни змінного струму (асинхронні, синхронні). 7.3. Лінійні електродвигуни. 7.4. Сервоприводи: замкнений контур керування (зворотний зв'язок), переваги над розімкненими системами.	2	2	2	Практична 6: Дослідження електричних схем підключення двигуна постійного струму (транзисторний ключ, H-міст). СРС: Порівняльний аналіз тиристорних та транзисторних (IGBT) систем керування приводами.
Тема 8. Крокові двигуни. 8.1. Будова та принцип дії крокового двигуна (розімкнена система позиціонування). 8.2. Режимы керування: повнокроковий, напівкроковий, мікрокроковий. 8.3. Двофазне управління кроковим двигуном. 8.4. Драйвери крокових двигунів та їх інтеграція з контролером.	2	2	2	Практична 7: Розрахунок кута кроку та кількості імпульсів, необхідних для переміщення ланки на заданий кут/відстань. СРС: Переваги та недоліки крокових двигунів порівняно з сервоприводами в 3D-принтерах та верстатах з ЧПК.

Тема 9. Передавальні механізми. 9.1. Призначення трансмісії. Розрахунок передавального відношення (числа). 9.2. Зубчасті (циліндричні, конічні, планетарні) та рейкові передачі. 9.3. Хвильові передачі: будова (генератор хвиль, гнучке/жорстке кільця), переваги для робототехніки (відсутність люфту). 9.4. Кульково-гвинтові передачі (КГП), пасові та ланцюгові передачі.	2	2	2	Практична 8: Визначення загального передавального числа багатоступінчастого редуктора. Розрахунок лінійної швидкості рейки. СРС: Аналіз кінематичних схем приводів промислових роботів (ідентифікація типів передач за схемою).
Тема 10. Робочі органи. Захватні пристрої. 10.1. Класифікація за характером захоплення: підтримуючі, затискні (схвати), притягувальні (магнітні, вакуумні). 10.2. Принцип дії механічних захватних пристроїв. 10.3. Вакуумні присоски: ежекторні системи, розрахунок підйомної сили. 10.4. Адаптивні багатопальцеві захвати.	2	0	3	Лекційна форма + СРС: Розрахункове завдання: визначення сили утримання вакуумного та електромагнітного захвату із врахуванням коефіцієнта запасу ($P = k \cdot N$).
МОДУЛЬ 3. КІНЕМАТИКА, ЛОКАЛІЗАЦІЯ ТА КЕРУВАННЯ				
Тема 11. Основи кінематики маніпуляторів. 11.1. Поняття ланки та кінематичної пари (обертальні, поступальні). 11.2. Визначення числа ступенів рухливості (вільності) маніпулятора. 11.3. Типові структурні схеми маніпуляторів: декартова (ППП), циліндрична (ВПП), сферична (ВВП), SCARA (ВВВ/ВВП), антропоморфна. 11.4. Робоча зона: форма, маневреність робочого органу.	2	2	2	Практична 9: Побудова структурних схем маніпуляторів за описом. Визначення кількості ступенів вільності за формулою Малишева-Сомова. СРС: Аналіз форми робочих зон для різних схем (малювання 3D простору досяжності).

Тема 12. Пряма задача кінематики (ПЗК). 12.1. Формулювання ПЗК: знаходження положення захвату за відомими кутами/зміщеннями в суглобах. 12.2. Системи координат. Матриці однорідних перетворень (трансляція, ротація). 12.3. Введення до параметрів Денавіта-Хартенберга (DH). 12.4. Складання рівнянь кінематики.	2	2	2	Практична 10: Розв'язання прямої задачі кінематики для дволанкового плоского механізму аналітичним (геометричним) методом. СРС: Складання матриць переходу для простого 3-DOF маніпулятора.
Тема 13. Зворотна задача кінематики (ЗЗК). 13.1. Формулювання ЗЗК: розрахунок параметрів суглобів за заданими координатами захвату. 13.2. Проблеми множинності рішень та сингулярності. 13.3. Аналітичні (алгебраїчні, геометричні) методи вирішення ЗЗК. 13.4. Чисельні ітераційні методи наближення.	2	2	2	Практична 11: Розв'язання зворотної задачі кінематики для плоского дволанкового механізму з використанням теореми косинусів. СРС: Аналіз мертвих зон (сингулярностей) у робочому просторі маніпулятора.
Тема 14. Швидкісна кінематика та основи динаміки. 14.1. Зв'язок між швидкостями суглобів та швидкістю захвату. Матриця Якобі (Якобіан). 14.2. Пряма та зворотна задачі для швидкостей. 14.3. Поняття статички маніпулятора (сили тяжіння, жорсткість). 14.4. Рівняння динаміки (моменти інерції, відцентрові сили та сили Коріоліса).	2	0	3	Лекційна форма + СРС: Самостійне опрацювання матеріалу з динаміки маніпуляторів. Вивчення принципів кінетостатики.

Тема 15. Локалізація мобільних роботів. 15.1. Типи шасі (колісні, гусеничні, крокуючі, омні-колеса). 15.2. Одометрія: розрахунок пройденого шляху на основі даних енкодерів коліс. Похибки одометрії. 15.3. Локалізація відносно зовнішніх орієнтирів (мапи середовища). 15.4. Вступ до фільтрів Калмана: алгоритм злиття даних від кількох датчиків (sensor fusion) для точного визначення координат із врахуванням зашумленості даних.	4	0	3	Лекційна форма + СРС: Опрацювання алгоритму роботи одновимірного фільтра Калмана (прогноз, коригування). Огляд методів SLAM (одночасна локалізація та картографування).
---	---	---	---	--

7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ДЖЕРЕЛА

7.1. Нормативно-правова база

1. Закон України «Про фахову передвищу освіту».
2. Стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія» для ОПС «Фаховий молодший бакалавр» (Затв. наказом МОН №288).

7.2. Базова література

1. Трет'як А.В., Кльон А.М. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. - Полтава-Краматорськ: Вид-во НУ «Полтавська політехніка», 2024. - 135 с.
2. Сорокін М. Основи робототехніки: навчальний посібник. - Харків: Біотехкнига, 2025. - 118 с.
3. Кошель С.О., Ковальов Ю.А., Манойленко О.П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів: Навчальний посібник. - К.: Центр навчальної літератури, 2019. - 256 с.
4. Ловеїкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка: Навчальний посібник. - К., 2012. - 357 с.

7.3. Допоміжна література

1. Матвієнко М.П. Основи електротехніки та електроніки: Підручник. - К.: Ліра-К, 2021. - 506 с.
2. Шоланов К.С. Основы мехатроники и робототехники - Учебник. - Алматы, 2015. - 126 с.
3. Шахинпур М. Курс робототехники. Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 527 с.
4. Накано Э. Введение в робототехнику: Пер. с япон. - М.: Мир, 1988. - 334 с.

7.4. Електронні інформаційні ресурси та сервіси

1. Офіційна платформа Міжнародної федерації робототехніки (IFR): <https://ifr.org/>
2. Документація апаратної платформи Arduino: <https://www.arduino.cc/>
3. Онлайн-симулятори електронних та кінематичних схем WOKWI (<https://wokwi.com>) та Autodesk Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>).

7.5. Навчально-методичне забезпечення дисципліни

- Електронний курс на платформі дистанційного навчання закладу (включає конспекти лекцій, презентації, відеоматеріали з візуалізації роботи хвильових передач та роботизованих комірок).
- Методичні вказівки до виконання практичних робіт (інструкції, розрахункові формули, схеми типових маніпуляторів).
- Варіанти розрахунково-графічних завдань (РГЗ) з прямої та зворотної кінематики.

8. ВІДОМОСТІ ПРО ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД

Освіта: Повна вища освіта за спеціальністю «Галузеве машинобудування», «Прикладна механіка», «Мехатроніка та робототехніка», «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» або суміжними інженерно-технічними спеціальностями.

Спеціальна підготовка: Володіння навичками роботи в системах автоматизованого проектування (CAD/CAE), знання методів математичного моделювання механічних систем, досвід роботи з мікроконтролерними платформами типу Arduino. Розуміння специфіки студентоцентрованого навчання та компетентнісного підходу у фаховій передвищій освіті.

9. ФОРМИ ДОКУМЕНТІВ

Організація, контроль та облік освітнього процесу супроводжується такими документами:

- Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус).
- Журнал обліку навчальних занять (в електронній та/або паперовій формі).
- Відомість обліку поточної та підсумкової успішності (залікова відомість).
- Екзаменаційні/залікові білети, завдання для модульного контролю (затверджені методичною комісією).
- Матриця критеріїв оцінювання завдань.

10. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою з подальшим переведенням у національну 4-бальну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Підсумковим контролем є **Диференційований залік**.

10.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Види навчальної роботи	Максимальний бал
Поточна робота на практичних заняттях (виконання розрахунків, складання схем)	40
Виконання завдань для самостійної роботи здобувачів (СРС)	20

Підсумковий диференційований залік (комплексне завдання/тест)	40
РАЗОМ ЗА КУРС	100

Умова допуску до заліку: своєчасне виконання та захист всіх передбачених програмою практичних робіт та отримання не менше 35 балів у поточному семестрі.

10.2. Рубрикатор оцінювання

- **Практичні заняття (макс. 40 балів):** Оцінюється правильність виконання розрахунків кінематики, точність складання структурних та кінематичних схем, вміння читати гідравлічні/пневматичні схеми, здатність аргументувати вибір типу приводу або датчика.
- **Самостійна робота (макс. 20 балів):** Оцінюється глибина опрацювання теоретичного матеріалу, правильність вирішення домашніх розрахунково-аналітичних задач, якість підготовки конспектів та презентацій за новітніми технологіями (напр., застосування AI в робототехніці).
- **Диференційований залік (макс. 40 балів):** Проводиться у формі письмового тесту або вирішення комплексного білета. Включає теоретичні питання (класифікація, принципи дії датчиків/приводів) та практичне завдання (розв'язок прямої/зворотної задачі кінематики для плоского механізму, розрахунок передавального відношення редуктора).

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1. **Практично-орієнтовані методи:** використання математичного апарату для розв'язання кінематичних задач; читання та синтез кінематичних схем реальних промислових маніпуляторів.
2. **Наочні та словесні методи:** лекції з використанням мультимедійних презентацій, 3D-анімацій роботи редукторів (хвильових, планетарних), демонстрація відеоматеріалів роботи систем машинного зору та локалізації мобільних платформ.
3. **Інтерактивні методи та симуляції:** використання віртуальних симуляторів (Tinkercad, Wokwi) для демонстрації логіки роботи датчиків (ультразвукових, ІЧ) та крокових двигунів, керованих мікроконтролером.
4. **Проблемно-пошукові (кейс-методи):** аналіз технологічних завдань (напр., зварювання, пакування) з метою оптимального підбору компонентів робота (типу приводу, захватного пристрою, сенсорики).

12. ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

- **Академічна доброчесність:** Всі розрахункові та графічні роботи повинні виконуватися самостійно. Списування, плагіат або недоброчесне використання систем штучного інтелекту без належного осмислення результатів розрахунків є неприпустимим.
- **Відвідування та дедлайни:** Здобувачі зобов'язані відвідувати аудиторні заняття згідно з розкладом. Практичні роботи та завдання СРС повинні здаватися у встановлені терміни. У разі пропуску занять з поважних причин відпрацювання матеріалу здійснюється в індивідуальному порядку (асинхронно через електронний курс).

- **Поведінка в аудиторії:** Підтримка робочої, поважливої атмосфери, активна участь в обговоренні інженерних проблем. Дотримання правил техніки безпеки при роботі з комп'ютерною технікою та стендовим обладнанням.

13. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

13.1. Теоретичний блок питань

1. Що таке робототехніка? Назвіть основні покоління роботів (програмні, адаптивні, інтелектні).
2. Охарактеризуйте три основні етапи функціонування робота (SENSE - THINK - ACT).
3. Назвіть основні підсистеми робота (керування, інформаційно-вимірювальна, зв'язку, виконавча).
4. Що таке маніпулятор та мобільна платформа? У чому їх принципові відмінності?
5. Які вимоги висуваються до датчиків у робототехніці?
6. Принцип дії ультразвукових (HC-SR04) та інфрачервоних датчиків відстані/наближення.
7. Що таке інкрементний оптичний енкодер? Як формується квадратурний сигнал?
8. MEMS-датчики: принцип роботи та застосування акселерометрів і гіроскопів у мобільних роботах.
9. Тактильні сенсорні системи: датчики дотику, тиску та проковзування. Поняття "штучної шкіри".
10. Системи машинного зору (СТЗ): основні етапи перетворення та обробки відеоінформації.
11. Переваги та недоліки пневматичного приводу в робототехніці.
12. Гідравлічний привод: сфери застосування, основні елементи (гідроциліндри, гідромотори, розподільники).
13. Електродвигуни постійного струму в роботах. Що таке широтно-імпульсна модуляція (ШИМ)?
14. Крокові електродвигуни: будова, принцип дії, режими (повнокроковий, мікрокроковий).
15. Сервопривод: визначення, відмінність від крокового двигуна, роль замкненого контуру керування (зворотного зв'язку).
16. Призначення передавальних механізмів. Як розраховується передавальне відношення (число)?
17. Хвильова зубчаста передача: будова (генератор хвиль, гнучке/жорстке колесо) та переваги для маніпуляторів.
18. Зубчасті, рейкові та кульково-гвинтові передачі (КГП): порівняльна характеристика.
19. Класифікація захватних пристроїв (підтримуючі, затискні, притягувальні).
20. Вакуумні захватні пристрої: принцип дії, ежекторні системи, умова надійного утримання.
21. Магнітні захватні пристрої: переваги та недоліки.
22. Поняття кінематичної пари та ланки. Поступальні та обертальні кінематичні пари.
23. Ступені рухливості (вільності) маніпулятора: переносні та орієнтуючі ступені.
24. Типові структурні схеми маніпуляторів (декартова, циліндрична, сферична, SCARA).
25. Що таке робоча зона маніпулятора? Як вона залежить від структурної схеми?
26. Що таке пряма задача кінематики (ПЗК)?
27. Що таке зворотна задача кінематики (ЗЗК)? Проблеми сингулярності та множинності рішень.
28. Поняття про параметри Денавіта-Хартенберга (DH).

29. Швидкісна кінематика маніпуляторів. Що таке матриця Якобі (Якобіан)?
30. Основні задачі динаміки маніпуляторів (сили інерції, відцентрові сили, сили Коріоліса).
31. Типи мобільних шасі (колісні, гусеничні, крокуючі). Переваги всепрямованих (омні) коліс.
32. Одометрія в мобільній робототехніці. Причини накопичення похибок одометрії.
33. Що таке фільтр Калмана? Для чого він використовується в навігації роботів?
34. Поняття SLAM (одночасна локалізація та картографування).
35. Загальні принципи програмування мікроконтролерів (Arduino, Raspberry Pi) для керування роботами.

13.2. Практичні ситуаційні кейси та розрахункові задачі

1. **Кейс «Вибір приводу»:** Необхідно спроектувати маніпулятор для зварювання кузовів автомобілів, що вимагає високої жорсткості, плавності контурного руху, вантажопідйомності 50 кг та відсутності люфтів. Обґрунтуйте вибір типу приводу (електричний/гідравлічний/пневматичний) та передавального механізму (хвильова, зубчаста чи КГП).
2. **Кейс «Розрахунок енкодера»:** Колесо мобільного робота має діаметр 100 мм. На валу колеса встановлено інкрементний енкодер з роздільною здатністю 500 імпульсів на оберт. Скільки імпульсів повинен нарахувати мікроконтролер, щоб робот проїхав рівно 2 метри прямолінійно?
3. **Кейс «Кінематична схема»:** Задано структурну формулу робота-маніпулятора: оберտальна пара (навколо вертикальної осі) + поступальна пара (по горизонталі) + поступальна пара (по вертикалі). Визначте тип базової системи координат (декартова, циліндрична чи сферична), намалюйте ескіз робочої зони та визначте кількість ступенів рухливості.
4. **Кейс «Розрахунок вакуумного захвату»:** Робот повинен перенести плоску металеву пластину масою 15 кг. У розпорядженні є вакуумний захват із присосками. Розрахуйте необхідну площу присосок, якщо відоме робоче розрідження (вакуум) становить 0.05 МПа, а необхідний коефіцієнт запасу утримання $k = 2.0$. (Сила тяжіння $P = mg$).
5. **Кейс «Пряма кінематика (2DOF)»:** Задано плоский маніпулятор (SCARA-подібний в площині) з двома ланками довжиною $L_1 = 400$ мм та $L_2 = 300$ мм. Кут повороту першої ланки відносно основи становить $Q_1 = 30^\circ$ градусів, кут повороту другої ланки відносно першої $Q_2 = 45^\circ$ градусів. Розрахуйте координати (X, Y) кінцевої точки (захвату) відносно початку координат основи.
6. **Кейс «Зворотна кінематика (2DOF)»:** Для того ж плоского дволанкового маніпулятора ($L_1 = 400$ мм, $L_2 = 300$ мм) потрібно, щоб захват потрапив у точку з координатами $X = 500$ мм, $Y = 200$ мм. Складіть рівняння (використовуючи теорему косинусів) для знаходження необхідних кутів поворотів Q_1 та Q_2 у суглобах. Оцініть, чи досяжна ця точка.
7. **Кейс «Локалізація (одометрія)»:** Двоколісний мобільний робот (диференційний привід) має відстань між колесами (базу) $B = 300$ мм. За певний час ліве колесо проїхало відстань $S_L = 100$ мм, а праве колесо $S_R = 150$ мм. Визначте відстань, яку проїхав центр робота, та кут, на який повернувся робот відносно свого початкового напрямку руху.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Викладач спеціальних дисциплін

Володимир ПУСТОВОЙТ