

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

« 08 » _____ Богдан КОРОБКО
2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Проектування мехатронних та робототехнічних систем»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	<u>Бакалавр</u> (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	Робототехніка та автоматизовані системи керування (назва освітньої програми)
Спеціальності	174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» (код і назва спеціальності)

Полтава
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Проектування мехатронних та робототехнічних систем»** для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Складена відповідно до освітньої програми «Робототехніка та автоматизовані системи керування», 2024 року.

Розробник: Лактіонов Олександр Ігорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматички, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми



Богдан БОРЯК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматички, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Завідувач кафедри автоматички,
електроніки та телекомунікацій



Олександр ШЕФЕР

«28» серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки

Протокол від «28» серпня 2025 року № 1

Голова навчально-методичної комісії
навчально-наукового інституту
інформаційних технологій та робототехніки



Олександр ШЕФЕР

«28» серпня 2025 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни		
		Форма здобуття освіти		
		денна	заочна	дистанційна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	вибіркова		
Загальна кількість годин – 180				
Модулів – 1	Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»	Рік підготовки:		
Змістових модулів – 2		2-й	2-й	2-й
		Семестр		
	3-й	3-й	3-й	
		Лекції		
Індивідуальне завдання Не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	30 год.	10 год.	-
		Практичні, семінарські		
		-	-	-
		Лабораторні		
		30 год.	10 год.	-
		Самостійна робота		
		120 год.	160 год.	180 год.
		Індивідуальна робота: 0 год.		
Вид контролю: екзамен				

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

- для денної форми здобуття освіти – 60/120
- для заочної форми здобуття освіти – 20/160
- для дистанційної форми здобуття освіти – -/180

2. Мета навчальної дисципліни

Мета – формування у студентів теоретичних знань і практичних умінь щодо проектування мехатронних та робототехнічних систем у відповідності з сучасними стандартами та технологіями.

Визначені освітньою програмою компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу система автоматичного керування.

Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування

Здатність до розуміння передових методів робототехніки, проектування, програмування та використання робототехнічних засобів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше: попередньо опановані дисципліни першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна базуються на результатах навчання:

Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки

Вміти проектувати, програмувати, налаштовувати робототехнічні системи та використовувати робототехнічні засоби для автоматизації складних технологічних процесів і операцій.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС Значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	Високий , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	C	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.

64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	E	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ диф.залику	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є неправильними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутня.	Низький , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/залику.	Незадовільний , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

✓ Поточний контроль

- Виконання лабораторних робіт
- Контрольна робота (для дистанційної форми)
- Модульна контрольна робота

✓ Підсумковий контроль

- екзамен

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи проектування мехатронних та робототехнічних систем.

Тема 1. Основи проектування та інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів.

Наведено загальні основи проектування робототехнічних систем. Проведено порівняльний аналіз існуючих робототехнічних систем та особливості їх електронних компонентів.

Лабораторне заняття 1

Тема 2. Вибір типу конструкції робототехнічної системи.

Наведено особливості вибору типу конструкції робототехнічної системи. Розглянуто загальні відомості про механічні компоненти робототехнічної системи, зокрема муфти, редуктори (циклоїдний, планетарний тощо), лінійні передачі, підшипники.

Лабораторне заняття 2

Тема 3. Розрахунок потужності електропривода робототехнічних систем.

Розглянуто процес розрахунку потужності електропривода робототехнічних систем двома способами.

Лабораторне заняття 3

Тема 4. Розрахунок потужності двигунів маніпулятора.

Розглянуто процес розрахунку потужності двигунів маніпулятора. Наведені загальні основи монтажу маніпулятора.

Лабораторне заняття 4

Тема 5. Складання типових силових електричних схем робототехнічних систем.

Наведено загальні відомості про складання силових частин електричних схем робототехнічних систем.

Лабораторне заняття 5

Тема 6. Нормативна документація проектування.

Наведено загальні відомості про нормативні документи для проектування робототехнічних систем.

Лабораторне заняття 6

Тема 7. Проектування деталей для робототехнічних систем засобами Solid Edge.

Розглянуто особливості проектування деталей за допомогою системи автоматизованого проектування Solid Edge. Досліджено процес налаштування 3d принтерів Bambulab P1P, A1, P1S для друку деталей.

Лабораторне заняття 7

Тема 8. Проектування збірки робототехнічної системи засобами Solid Edge.

Розглянуто процедуру проектування збірки вузлів робототехнічних систем.

Лабораторне заняття 8

Тема 9. Електроніка робототехнічних систем на прикладі одноплатного комп'ютера.
Розглянуто типові електронні плати одноплатних комп'ютерів та особливості їх налаштування й використання. Інтеграція одноплатного комп'ютера Raspberry pi із іншими контролерами.

Лабораторне заняття 9

Тема 10. Принцип прийому/передачі даних робототехнічних систем.
Розглядаються загальні основи передачі даних з використанням двох Arduino Uno та принцип передачі даних за допомогою апаратури Radiomaster.

Лабораторне заняття 10

Тема 11. Моделювання робототехнічних комплексів.
Наведено загальні відомості про штучний інтелект. Продемонстровано типові задачі штучного інтелекту, зокрема задача регресії.

Лабораторне заняття 11

Тема 12. Задача класифікації.
Наведено процес розробки моделі класифікації з використанням різних типів даних.

Лабораторне заняття 12

Тема 13. Задача кластеризації.
Наведено процес розробки моделі кластеризації з використанням різних типів даних.

Лабораторне заняття 13

Тема 14. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору.
Наведено приклад підготовки вхідних даних для моделей комп'ютерного зору YOLO. Наведено загальні відомості про задачу Instance Segmentation.

Лабораторне заняття 14

Тема 15. Розробка моделі супроводу об'єктів складних форм у відеопотоці.
Наведено процес створення моделі супроводу об'єктів складних форм, що включає електричну частину, математичну модель та частину керування.

Лабораторне заняття 15

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Основи проектування та інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів.	12	2		2		8
Тема 2. Вибір типу конструкції робототехнічної системи.	12	2		2		8
Тема 3. Розрахунок потужності електропривода робототехнічних систем.	12	2		2		8
Тема 4. Розрахунок потужності двигунів маніпулятора.	12	2		2		8
Тема 5. Складання типових силових електричних схем робототехнічних систем.	12	2		2		8
Тема 6. Нормативна документація проектування.	12	2		2		8
Тема 7. Проектування деталей для робототехнічних систем засобами Solid Edge.	12	2		2		8
Тема 8. Проектування збірки робототехнічної системи засобами Solid Edge.	12	2		2		8
Усього годин за модулем 1	96	16		16		64
Змістовий модуль 2.						
Тема 9. Електроніка робототехнічних систем на прикладі одноплатного комп'ютера.	12	2		2		8
Тема 10. Принцип прийому/передачі даних робототехнічних систем.	12	2		2		8
Тема 11. Моделювання робототехнічних комплексів.	12	2		2		8
Тема 12. Задача класифікації.	12	2		2		8
Тема 13. Задача кластеризації.	12	2		2		8
Тема 14. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору.	12	2		2		8
Тема 15. Розробка моделі супроводу об'єктів складних форм у відеопотоці.	12	2		2		8
Усього годин за модулем 2	84	14		14		56
Всього	180	30		30		120

б) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Основи проектування та інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів.	15	2		2		11

Тема 2. Вибір типу конструкції робототехнічної системи.	11					11
Тема 3. Розрахунок потужності електропривода робототехнічних систем.	10					10
Тема 4. Розрахунок потужності двигунів маніпулятора.	11					11
Тема 5. Складання типових силових електричних схем робототехнічних систем.	10					10
Тема 6. Нормативна документація проектування.	11					11
Тема 7. Проектування деталей для робототехнічних систем засобами Solid Edge.	15	2		2		11
Тема 8. Проектування збірки робототехнічної системи засобами Solid Edge.	10					10
Усього годин за модулем 1	93	4		4		85
Змістовий модуль 2.						
Тема 9. Електроніка робототехнічних систем на прикладі одноплатного комп'ютера.	15	2		2		11
Тема 10. Принцип прийому/передачі даних робототехнічних систем.	10					10
Тема 11. Моделювання робототехнічних комплексів.	15	2		2		11
Тема 12. Задача класифікації.	11					11
Тема 13. Задача кластеризації.	10					10
Тема 14. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору.	15	2		2		11
Тема 15. Розробка моделі супроводу об'єктів складних форм у відеопотоці.	11					11
Усього годин за модулем 2	87	6		6		75
Всього	180	10		10		160

в) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Основи проектування та інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів.	12					12
Тема 2. Вибір типу конструкції робототехнічної системи.	12					12
Тема 3. Розрахунок потужності електропривода робототехнічних систем.	12					12
Тема 4. Розрахунок потужності двигунів маніпулятора.	12					12
Тема 5. Складання типових силових електричних схем робототехнічних систем.	12					12
Тема 6. Нормативна документація проектування.	12					12
Тема 7. Проектування деталей для робототехнічних систем засобами Solid Edge.	12					12
Тема 8. Проектування збірки робототехнічної сис-	12					12

теми засобами Solid Edge.					
Усього годин за модулем 1	96				96
Змістовий модуль 2.					
Тема 9. Електроніка робототехнічних систем на прикладі одноплатного комп'ютера.	12				12
Тема 10. Принцип прийому/передачі даних робототехнічних систем.	12				12
Тема 11. Моделювання робототехнічних комплексів.	12				12
Тема 12. Задача класифікації.	12				12
Тема 13. Задача кластеризації.	12				12
Тема 14. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору.	12				12
Тема 15. Розробка моделі супроводу об'єктів складних форм у відеопотоці.	12				12
Усього годин за модулем 2	84				84
Всього	180				180

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені*			

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
	Практичні заняття не передбачені*			

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
1	<input type="checkbox"/> Що таке мехатроніка і як її принципи застосовуються для інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів у робототехнічній системі? <input type="checkbox"/> Яку роль відіграє програмне забезпечення в узгодженій роботі механічних приводів та електронних датчиків? <input type="checkbox"/> Назвіть основну проблему, яка виникає при несистемній (послідовній, а не паралельній) інтеграції компонентів.	2	2	

2	<p><input type="checkbox"/> Які основні переваги та недоліки послідовних (серійних) маніпуляторів порівняно з паралельними?</p> <p><input type="checkbox"/> Який тип конструкції (наприклад, декартовий, циліндричний, SCARA, Delta) найкраще підходить для високошвидкісних операцій сортування і чому?</p> <p><input type="checkbox"/> Які ключові фактори (крім робочого простору) необхідно враховувати при виборі між мобільною та стаціонарною (маніпуляторною) робототехнічною системою?</p>	2		
3	<p><input type="checkbox"/> Назвіть два основні види навантаження, які необхідно враховувати при розрахунку потужності електропривода.</p> <p><input type="checkbox"/> Як пов'язані між собою крутний момент (τ) та кутова швидкість (ω) при розрахунку механічної потужності (P) двигуна? (Наведіть формулу).</p> <p><input type="checkbox"/> Що таке коефіцієнт запасу потужності і чому його необхідно враховувати при виборі електродвигуна?</p>	2		
4	<p><input type="checkbox"/> Які сили створюють найбільший статичний крутний момент на двигунах маніпулятора?</p> <p><input type="checkbox"/> Для чого при розрахунку потужності двигунів маніпулятора обов'язково враховується інерційний момент ланок?</p> <p><input type="checkbox"/> Якщо маніпулятор тримає вантаж, як розрахувати мінімальний крутний момент, необхідний на осі шарніра, розташованого на відстані L від вантажу, ігноруючи масу самої ланки?</p>	2		
5	<p><input type="checkbox"/> Яку основну функцію виконує драйвер двигуна (motor driver) і чому його не можна замінити прямим підключенням до мікроконтролера?</p> <p><input type="checkbox"/> Які захисні елементи є обов'язковими для встановлення у силовій схемі після джерела живлення та перед електродвигунами?</p> <p><input type="checkbox"/> Який компонент у силовій схемі дозволяє змінювати напрямок обертання двигуна постійного струму?</p>	2		
6	<p><input type="checkbox"/> Який документ є основним вихідним документом проектування, що містить повний перелік вимог до створюваної робототехнічної системи?</p>	2		

	<input type="checkbox"/> Навіщо потрібна експлуатаційна документація і що вона включає? <input type="checkbox"/> Які міжнародні стандарти (або серії стандартів) регулюють вимоги безпеки для промислових роботів?			
7	<input type="checkbox"/> Назвіть дві основні операції, що перетворюють 2D-ескіз на 3D-тіло в Solid Edge (або аналогічних CAD-системах). <input type="checkbox"/> Для чого використовується функція Pattern (Масив) при проектуванні деталей? <input type="checkbox"/> Яка перевага динамічного моделювання в синхронній технології Solid Edge порівняно з традиційним параметричним моделюванням?	2	2	
8	<input type="checkbox"/> Яка основна мета використання обмежень (Constraints) при складанні збірки? <input type="checkbox"/> Які обмеження необхідно застосувати для моделювання обертального шарніра (дозволити обертання, але заборонити зміщення)? <input type="checkbox"/> Який інструмент дозволяє перевірити, чи не відбувається інтерференція (взаємне проникнення) деталей в зібраній моделі?	2		
9	<input type="checkbox"/> Назвіть головну перевагу одноплатного комп'ютера (наприклад, Raspberry Pi) перед мікроконтролером (наприклад, Arduino) для реалізації алгоритмів комп'ютерного зору. <input type="checkbox"/> Що таке GPIO і яку роль ці піни відіграють у взаємодії ОПК із зовнішніми електронними компонентами робота? <input type="checkbox"/> Який інтерфейс зв'язку найчастіше використовується для підключення високошвидкісної периферії (камери, Wi-Fi модулі) до ОПК?	2	2	
10	<input type="checkbox"/> Назвіть різницю між синхронним та асинхронним послідовним зв'язком і наведіть приклад інтерфейсу для кожного типу. <input type="checkbox"/> Який інтерфейс використовує лише дві лінії (SDA та SCL) для зв'язку між контролерами та низькошвидкісними датчиками? <input type="checkbox"/> Що таке протокол зв'язку і чому він важливий для інтеграції різних електронних компонентів?	2		
11	<input type="checkbox"/> У чому полягає основна відмінність	2	2	

	<p>між кінематичним та динамічним моделюванням робота?</p> <p><input type="checkbox"/> Що таке проблема оберненої кінематики і чому вона є ключовою для програмування руху маніпуляторів?</p> <p><input type="checkbox"/> Навіщо використовується моделювання віртуального середовища (наприклад, у ROS/Gazebo) перед запуском фізичного робота?</p>			
12	<p><input type="checkbox"/> Наведіть приклад задачі класифікації в робототехніці або комп'ютерному зорі.</p> <p><input type="checkbox"/> У чому полягає відмінність між бінарною та мультикласовою класифікацією?</p> <p><input type="checkbox"/> Які метрики оцінки (назвіть мінімум дві) використовуються для перевірки якості роботи моделі класифікації?</p>	2		
13	<p><input type="checkbox"/> Наведіть приклад застосування кластеризації в робототехнічних системах (наприклад, у мобільних роботах).</p> <p><input type="checkbox"/> У чому основна відмінність кластеризації від класифікації з точки зору використання вхідних даних (навчання)?</p> <p><input type="checkbox"/> Що таке алгоритм K-Means і який ключовий параметр необхідно задати йому на початку роботи?</p>	2		
14	<p><input type="checkbox"/> Що таке анотація (маркування) даних і чому вона є критично важливою для навчання моделей комп'ютерного зору?</p> <p><input type="checkbox"/> Навіщо використовується аугментація даних (Data Augmentation) при підготовці навчальної вибірки для комп'ютерного зору?</p> <p><input type="checkbox"/> Які два основні етапи підготовки вхідних зображень необхідні перед подачею їх на вхід нейронної мережі (наприклад, нормалізація, зміна розміру)?</p>	2	2	
15	<p><input type="checkbox"/> У чому полягає принципова відмінність між відстеженням (Tracking) та виявленням (Detection) об'єктів у відеопотоці?</p> <p><input type="checkbox"/> Що таке bounding box (обмежувальний прямокутник) і чому</p>	2		

	його використання може бути недостатнім для об'єктів складної форми? □ Який підхід (наприклад, сегментація) є більш точним для супроводу об'єктів складної форми порівняно з простим обмежувальним прямокутником?			
Разом		30	10	0

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями;
- підготовка до контрольної роботи (дистанційна форма).

Питання

для самостійного вивчення студентами

№ п/п	Перелік питань	Кількість годин		
		для денної форми	для заочної форми	для дистанційної форми
Тема 1. Основи проектування та інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів.				
1	Порівняйте методології проектування в рамках Системної Інженерії та Мехатроніки . Наведіть конкретні приклади, як невдала або неповна інтеграція електронних компонентів та програмного забезпечення може призвести до руйнування механічних вузлів. Проаналізуйте концепцію Digital Twin (Цифровий Двійник) у контексті інтеграції. Як програмна частина системи використовує механічні та електронні дані для створення та управління цим двійником?	8	11	12
Тема 2. Вибір типу конструкції робототехнічної системи.				
2	Здійсніть порівняльний аналіз трьох основних конструкцій роботів-маніпуляторів (наприклад, SCARA, 6-осьовий послідовний та Delta) за критеріями корисної навантаги, досяжності та робочого об'єму . Вивчіть принцип роботи та сферу	8	11	12

	застосування реконфігурованих або модульних робототехнічних систем. Які ключові переваги вони надають у порівнянні з монолітною конструкцією?			
Тема 3. Розрахунок потужності електропривода робототехнічних систем.				
3	Поясніть, що таке термічне обмеження двигуна. Як воно впливає на вибір номінальної потужності двигуна, якщо відома лише пікова потужність, необхідна для прискорення? Які переваги та недоліки використання серводвигунів змінного струму (AC Servo) порівняно з серводвигунами постійного струму (DC Servo) у промислових робототехнічних системах з точки зору ККД та потужності?	8	10	12
Тема 4. Розрахунок потужності двигунів маніпулятора.				
4	Розробіть алгоритм розрахунку сумарного моменту на осі першого шарніра 3-ланкового маніпулятора, враховуючи як статичне навантаження (гравітація), так і інерційний момент трьох ланок під час прискорення. Дослідіть, як вибір редуктора (його передатне число та ККД) впливає на необхідний крутний момент та швидкість на валу двигуна. Яка роль редуктора у зниженні необхідної потужності двигуна для подолання інерції?	8	11	12
Тема 5. Складання типових силових електричних схем робототехнічних систем.				
5	Вивчіть принцип роботи та переваги використання Н-моста (H-bridge) у схемах керування двигунами постійного струму. З якою метою у цих схемах використовуються зворотні діоди ? Які переваги надає використання системи шинного живлення (наприклад, CAN-bus або EtherCAT) для керування двигунами порівняно з традиційною схемою, де кожен двигун керується окремою лінією сигналу?	8	10	12
Тема 6. Нормативна документація проєктування.				
6	Вивчіть структуру та вимоги стандарту ISO 9001 (Управління якістю) та його застосування до процесу проєктування робототехнічних систем. Як цей стандарт впливає на етапи розробки та документації? Які основні розділи повинні бути включені до Специфікації компонентів для великомасштабного робототехнічного комплексу, щоб забезпечити його надійність та ремонтпридатність?	8	11	12
Тема 7. Проєктування деталей для робототехнічних систем засобами Solid Edge.				

7	Дослідіть принцип роботи синхронної технології Solid Edge. У яких випадках вона дає перевагу перед традиційним параметричним моделюванням, особливо при роботі з імпортованими моделями? Які інструменти в CAD-системі (наприклад, Solid Edge) дозволяють автоматично генерувати креслення згідно зі стандартами ЄСКД або ISO , і які ключові елементи (розміри, допуски, шорсткість) повинні бути внесені в 3D-модель для цього?	8	11	12
Тема 8. Проектування збірки робототехнічної системи засобами Solid Edge.				
8	Як можна використовувати інструменти збірки (Constraints) для моделювання лінійного переміщення (повзункового шарніра), і які обмеження необхідні для цього? Дослідіть принцип роботи та застосування аналізу напружено-деформованого стану (FEA/KE-аналіз) в середовищі Solid Edge. Як цей аналіз допомагає оптимізувати вагу та міцність критично важливих деталей маніпулятора?	8	10	12
Тема 9. Електроніка робототехнічних систем на прикладі одноплатного комп'ютера.				
9	Проаналізуйте архітектурні відмінності між мікроконтролером (що працює без ОС) та одноплатним комп'ютером (що працює під управлінням Linux/Windows) з точки зору роботи в реальному часі (Real-Time Operating System, RTOS). Які переваги надає використання апаратного прискорення (наприклад, GPU або NPU) на ОПК для обробки зображень у моделях комп'ютерного зору?	8	11	12
Тема 10. Принцип прийому/передачі даних робототехнічних систем.				
10	Вивчіть протокол CAN-bus (Controller Area Network) . Чому він є стандартом для автомобільних та промислових робототехнічних систем, і в чому його перевага перед I2C та UART у мережах з багатьма пристроями? У чому полягає відмінність між фізичним рівнем (наприклад, напруга сигналу, дроти) та протоколом (правила передачі, формати пакетів) при передачі даних? Наведіть приклад для інтерфейсу RS-232.	8	10	12
Тема 11. Моделювання робототехнічних комплексів.				
11	Вивчіть принцип роботи алгоритму Деневіта-Хартенберга (ДН-параметри) , який використовується для прямої кінематики маніпуляторів. Як цей алгоритм дозволяє універсально описати будь-який	8	11	12

	<p>послідовний маніпулятор?</p> <p>Як інтеграція симуляційних середовищ (наприклад, Gazebo) з фреймворком ROS (Robot Operating System) дозволяє розробникам тестувати складні алгоритми управління та планування руху без ризику пошкодження фізичного обладнання?</p>			
Тема 12. Задача класифікації.				
12	<p>Поясніть, що таке матриця помилок (Confusion Matrix). Як за допомогою цієї матриці можна розрахувати метрики Precision (точність) та Recall (повнота), і яке їхнє практичне значення в робототехнічній системі (наприклад, у системі контролю якості)?</p> <p>Порівняйте роботу моделей класифікації на основі нейронних мереж (CNN) та традиційних алгоритмів машинного навчання (наприклад, SVM). У яких випадках CNN дає значну перевагу?</p>	8	11	12
Тема 13. Задача кластеризації.				
13	<p>Як алгоритми кластеризації можуть бути використані мобільним роботом для сегментації навколишнього середовища або ідентифікації зон інтересу на основі даних із лазерного сканера (LiDAR)?</p> <p>Поясніть, у чому полягає проблема вибору оптимальної кількості кластерів (K) в алгоритмі K-Means, і дослідіть метод "ліктя" (Elbow Method) як один зі способів вирішення цієї проблеми.</p>	8	10	12
Тема 14. Підготовка вхідних даних для моделей комп'ютерного зору.				
14	<p>Вивчіть різні формати анотацій зображень (наприклад, XML, JSON, YOLO format). Який формат є найбільш ефективним для навчання моделі виявлення об'єктів?</p> <p>Поясніть, чому нормалізація та стандартизація значень пікселів зображення є обов'язковим етапом перед подачею даних на вхід глибокої нейронної мережі. Який діапазон значень найчастіше використовується для нормалізації?</p>	8	11	12
Тема 15. Розробка моделі супроводу об'єктів складних форм у відеопотоці.				
15	<p>Дослідіть різницю між сегментацією екземплярів (Instance Segmentation) та семантичною сегментацією (Semantic Segmentation). Який з цих підходів є більш релевантним для точного супроводу окремого об'єкта складної форми?</p> <p>Розробіть блок-схему алгоритму супроводу об'єкта, який поєднує виявлення об'єктів (перший кадр) та їх відстеження (наступні</p>	8	11	12

	кадри) за допомогою фільтра Калмана . У чому полягає роль фільтра Калмана в цьому процесі?			
	Разом	120	160	180

13. Індивідуальне завдання

Не передбачено.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, лабораторних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

Вибір практичних методів залежить від дисципліни яка вивчається.

- Опорний конспект лекцій з мультимедійним супроводом
- Інструменти
- Обладнання Arduino Uno, Raspberry pi, ноутбуки, проектор, телевізор.
- Програмне забезпечення Solid Edge (програмне забезпечення із відкритою ліцензією), Visual Studio Code, Google Colab, мова програмування python.
- Дискусії, кейс-методи

Під час вивчення дисципліни, присвяченої проектуванню та розробці робототехнічних систем, у здобувачів формуються важливі soft skills, необхідні для професійної діяльності сучасного інженера. Насамперед розвивається аналітичне та системне мислення, що проявляється у здатності комплексно оцінювати структуру робототехнічної системи, аналізувати взаємозв'язок механічних, електронних і програмних компонентів, а також обґрунтовано обирати конструктивні та технічні рішення. Виконання розрахунків потужності електроприводів, проектування маніпуляторів і складання електричних схем сприяє формуванню навичок розв'язання інженерних задач та критичного мислення, необхідного для оцінювання ефективності різних підходів і результатів моделювання.

У процесі роботи із системами автоматизованого проектування та створенням збірок робототехнічних вузлів розвивається проектне мислення, здатність планувати етапи роботи та приймати обґрунтовані рішення на різних стадіях розробки. Виконання лабораторних робіт також сприяє розвитку навичок командної взаємодії та технічної комунікації, оскільки студенти навчаються чітко формулювати технічні ідеї, працювати з нормативною документацією, оформлювати результати досліджень і презентувати отримані рішення. Робота з електронними платформами, передачею даних, налаштуванням обладнання та інтеграцією різних систем формує уважність до деталей, відповідальність і здатність працювати з технічно складними об'єктами.

Модульна контрольна робота								5							5
Всього за темами	4	2	2	2	2	2	4	7	4	2	4	2	2	4	7
Екзамен	50														
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100														

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Проектування мехатронних та робототехнічних систем» за видами робіт

Види робіт/контролю	Перелік тем														
	<i>Тема 1</i>	<i>Тема 2</i>	<i>Тема 3</i>	<i>Тема 4</i>	<i>Тема 5</i>	<i>Тема 6</i>	<i>Тема 7</i>	<i>Тема 8</i>	<i>Тема 9</i>	<i>Тема 10</i>	<i>Тема 11</i>	<i>Тема 12</i>	<i>Тема 13</i>	<i>Тема 14</i>	<i>Тема 15</i>
Контрольна робота				6					6					6	
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Тестування</i>	2														
Всього за темами	4	2	2	8	2	2	2	2	8	2	2	2	2	8	2
Екзамен	50														
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	100														

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання контрольної роботи (для дистанційної форми навчання)

Бали	Критерії оцінювання
5-6	Контрольна робота виконана у повному обсязі без помилок. Здобувач вищої освіти демонструє глибокі знання принципів роботи електроприводів роботів і маніпуляторів, вірно виконує розрахунок потужності двигунів, енергетичних та теплових параметрів, обґрунтовано обирає тип двигуна, драйвер, джерело живлення та метод керування. Володіє основами автоматичного керування та розуміє можливості застосування машинного навчання для керування і діагностики приводів. Компетентності сформовані на високому рівні.
3-4	Контрольна робота виконана у повному обсязі, проте містить незначні неточності або 1–2 некритичні помилки (наприклад, у виборі коефіцієнтів запасу, поясненні принципів роботи драйверів або теплових розрахунках). Основні розрахунки та висновки є правильними. Програмні результати навчання досягнуті на середньому рівні.
0-2	Контрольна робота не виконана, виконана менш ніж на половину, або містить грубі помилки, що свідчать про відсутність базових знань з електроприводу роботів, джерел живлення, драйверів і систем керування. Завдання не відповідають поставленим вимогам.

Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали для денної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
1	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
0.5	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних завдань

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1.5	1.5	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
1	1	Виконано завдання лабораторної роботи із суттєвими помилками
0	0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Оцінювання контролю у вигляді тестування (для дистанційної форми):

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,1 \times 20 = 2$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для дистанційної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.

0	0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.
---	---	--

Модульна контрольна робота (для денної форми):

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,32 \times 25=8$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Модульна контрольна робота (для заочної форми):

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($0,2 \times 25=5$);
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання екзамену у формі тестування

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-50	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів ($1 \times 50=50$), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

- при семестровому контролі у вигляді екзамену на поточний контроль може бути відведено 50 балів.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних заняттях (усні відповіді, виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 50 балів.

Присутність на лекціях та практичних не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій

відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен. Підсумковий контроль здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. **Лактіонов Олександр Ігорович** Опорний конспект лекцій з дисципліни **«Проектування мехатронних та робототехнічних систем»** для студентів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 112 с.

2. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни **«Проектування мехатронних та робототехнічних систем»** студентам першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 7 с.

3. **Лактіонов Олександр Ігорович** Методичні вказівки для лабораторних занять з дисципліни **«Проектування мехатронних та робототехнічних систем»** студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 27 с.

18. Рекомендована література

Основна література

1. Коренькова Т. В., Ковальчук В. Г., Калінов А. П. Автоматизований електропривод типових промислових механізмів. Практикум і тестові завдання: навчальний посібник. 2-ге видання, перероблене і доповнене. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 190 с.

2. Аніщенко М. В. Промислові роботи : навч. посібн. для студентів освітньої програми «Електропривод, мехатроніка та робототехніка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / М. В. Аніщенко. – Харків : НТУ «ХП», 2025. – 464 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/3cc1847c-5a8c-47db-90d9-9bebe85c303f>

3. Харченко В. О. Основи машинного навчання : навч. посіб. Суми : Сум. держ. університет, 2023. 264 с.

4. Трет'як А.В. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / А.В. Трет'як, А.М. Кльон. Полтава, видавництво національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024. 135 с.

5. Возняк О., Штуць А., Колісник М. Сучасні системи електроприводів : навч. посіб. Вінниця : ТВОРИ, 2021. 280 с.

6. Lombard M. Solid Edge with synchronous technology. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc, 2017. 139 p.

7. Струтинський В.Б., Гуржій А.М. Наземні роботизовані комплекси: Монографія. – Житомир: ПП «Рута», 2023 . – 524 с.

Додаткова література

1. Проектування приводів машин: методичні вказівки до виконання практичних завдань / уклад.: В.О. Волянчук, Є.В. Горбатюк. – Київ: КНУБА, 2023. – 96 с.
2. Павленко І.І., Годунко М.О. Захватні пристрої роботів. Монографія – Кропивницький: Видавництво ТОВ «КОД». 2020. – 386 с.
3. Lombard M. Solid Edge with synchronous technology. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc, 2017. – 139 p.
4. Multi-terrain Quadrupedal-wheeled Robot Mechanism: Design, Modeling, and Analysis / E. Gratton et al. *European Journal of Engineering and Technology Research*. 2020. Vol. 5, no. 12. P. 24–33. URL: <https://doi.org/10.24018/ejeng.2020.5.12.2256>
5. Andreas C. Müller; Sarah Guido. Introduction to Machine Learning with Python. O'Reilly Media, Inc., 2016. 1288 p.
6. Laktionov O., Laktionova I. Improvement of the method for optimization of predicting the efficiency of a robotic platform. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. No. 3. P. 135–141. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-3/135>
7. Практичні кейси розробки системи відеоспостереження робототехнічної платформи / Н. М. Педченко та ін. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. № 4. С. 119–125. URL: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.11>
8. Boriak B. R., Yanko A. S., Laktionov O. I. Features of the development and implementation of a ground robotic complex motion control system. *Електротехнічні та інформаційні системи*. 2025. No. 107. P. 45–52. URL: <https://doi.org/10.32782/eis/2025-107-7>
9. Laktionov O., Yanko A. Optimization of stepper motor control in various operating modes. *Automation of Technological and Business Processes*. 2025. No. 17. P. 57–63. URL: <https://doi.org/10.15673/atbp.v17i2.3151>.
10. Boriak B., Yanko A., Laktionov O. Model of an automated control system for the positioning of radio signal transmission/reception devices. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2024. Vol. 2024, no. 4. P. 156–167. URL: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.4.13>
11. Chyhrin O., Barandyk K., Gladskyi M. Augmented reality application for assembly design of cycloidal gearbox. *Bulletin of Kyiv Polytechnic Institute. Series Instrument Making*. 2022. No. 64(2). P. 71–76. URL: [https://doi.org/10.20535/1970.64\(2\).2022.270030](https://doi.org/10.20535/1970.64(2).2022.270030)

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=4520>
2. Basics of Robotics. *Coursera*. URL: <https://www.coursera.org/learn/siemens-robotics-course>
3. Solid Edge. URL: <https://solidedge.siemens.com/en/>