



РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ В СИСТЕМАХ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибірковий
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4
Семестровий контроль/ контрольні заходи	МКР, залік
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Богдан Галина Анатоліївна Практичні: к.т.н., Богдан Галина Анатоліївна Кафедра приладів і систем неруйнівного контролю (корп. 20, ауд. 516) e-mail: bohdan.halyana@i111.kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5482

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Навчальна дисципліна «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю» орієнтована на вивчення основ побудови та роботи систем сканування та маніпуляторів заданої конфігурації, принципів їх роботи та особливостей побудови, що дозволяє будувати системи будь-якої складності.

Знання, які отримують студенти під час вивчення дисципліни, можуть використовуватися у подальшому при розрахунках та проектуванні автоматизованих приладів та багатоканальних систем технічної та медичної діагностики.

Метою освоєння дисципліни «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю» є:

а) формування у студентів системного інженерного мислення в області створення, використання і експлуатації роботів і маніпуляторів призначених для вирішення питань автоматизації систем неруйнівного контролю на основі знання сучасних методів розрахунку, конструювання та проектування;

б) формування у студентів знань в області конструювання, розрахунку та ефективного застосування роботів і маніпуляторів, прищеплення умінь і навичок для вирішення зв'язкових і конкретних завдань.

Предмет навчальної дисципліни: архітектура, конструювання та розрахунок робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю.

Метою кредитного модуля «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю», що належить до навчальної дисципліни «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю» є формування у студентів **компетентностей**:

- Здатність проектувати пристрої позиціонування та маніпулятори для автоматизації процесів неруйнівного контролю, технічної діагностики та управління.

Студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- Проектувати, створювати та виконувати тривимірне моделювання виконавчих пристроїв промислових роботів у вигляді маніпуляторів, які використовуються для автоматизації процесу неруйнівного контролю; проектувати пристрої позиціонування первинних перетворювачів систем неруйнівного контролю у вигляді декартових роботів (cartesian coordinate robot).

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

Дисципліна «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика, інженерна графіка, САПР.

Вивчення дисципліни базується на знаннях фізичних явищ та методів, на знаннях основ теорії стандартизації, проектування та розрахунку скануючих систем.

Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання випускної кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційний курс розрахований на вивчення підходів та принципів розробки завершених зразків робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю.

Навчальна дисципліна складається з 2-х розділів. В першому розділі пояснюються основні принципи побудови робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю. У другому розділі викладаються основи розробки маніпуляторів робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю

Розділ 1. Основні принципи побудови робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю.

- 1.1. Основні поняття і термінологія основ робототехніки. Визначення ступенів рухливості маніпуляторів роботів. Роль роботів в системах неруйнівного контролю. Класифікація робототехнічних комплексів за призначенням.
- 1.2. Кінематика маніпуляторів. Принципи побудови робочих органів. Захватні пристрої. Визначення робочої зони маніпуляторів.
- 1.3. Приводи робототехнічних комплексів. Класифікація. Критерії їх вибору. Вивчення типових схем та конструкцій приводів маніпуляторів.
- 1.4. Двигуни, що застосовуються в робототехнічних комплексах. Класифікація. Їх основні характеристики. Методика вибору двигунів.

Розділ. 2. Розробка маніпуляторів робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю.

- 1.5. Проектування, кінематичні та силові розрахунки механічних пристроїв сканування в цілому, порядок розробки пристрою сканування під конкретні практичні задачі.
- 1.6. Передаточні та виконавчі механізми, їх основні характеристики, параметри та особливості розрахунку та застосування в робототехнічних комплексах систем неруйнівного контролю.

- 1.7. Класифікація систем управління робототехнічними комплексами.
- 1.8. Основні принципи організації руху роботів. Комп'ютерне моделювання робототехнічних систем.
- 1.9. Стандартизація та взаємозамінність основних вузлів та елементів робототехнічних комплексів. Рекомендації щодо матеріалів для виготовлення певних елементів в залежності від умов, в яких працює пристрій сканування та сама система неруйнівного контролю.

Базова література

1. Кініцький Я.Т. Теорія механізмів і машин. К.: Наукова думка, 2001.
2. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. –3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
3. Проць. Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с.

Допоміжна література

4. Методичні вказівки до виконання РГР з дисципліни «Проектування сканерів в системах неруйнівного контролю». Електронне видання. Укл. Павленко Ж.О. К: НТУУ «КПІ», 2013р.
5. Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. ДСТУ 2879 – 94. – 31 с.

Навчальний контент

4. Логіка опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття, та самостійна робота студентів.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення принципів проектування та розробки робототехнічних комплексів в системах неруйнівного контролю.

Розділ 1.

Тема 1.1.

Лекція 1-2. Основні поняття і термінологія основ робототехніки. Визначення ступенів рухливості маніпуляторів роботів. Роль роботів в системах неруйнівного контролю. Класифікація робототехнічних комплексів за призначенням. [1-3, 5].

В лекції розглянуті основні види робототехнічних систем, наведена їх класифікація по різним параметрам; розглянуто методика визначення ступенів рухливості маніпуляторів.

Розділ 1.

Тема 1.2.

Лекція 3-4. Кінематика маніпуляторів. Принципи побудови робочих органів. Захватні пристрої. Визначення робочої зони маніпуляторів. [1-3]

В лекції розглянуто принцип побудови кінематичних схем маніпуляторів; особливості конструкцій робочих органів та хватних пристроїв; принцип визначення робочої зони маніпулятора.

Розділ 1.

Тема 1.3.

Лекція 5-6. Приводи робототехнічних комплексів. Класифікація. Критерії їх вибору. Вивчення типових схем та конструкцій приводів маніпуляторів. [1-3]

В лекції розглянуті приводи робототехнічних комплексів; їх класифікація та критерії їх вибору; типові схеми та конструкції приводів маніпуляторів.

Розділ 1.

Тема 1.4.

Лекція 7-8. Двигуни, що застосовуються в робототехнічних комплексах. Класифікація. Їх основні характеристики. Методика вибору двигунів [2-3]

В лекції розглянуті види двигунів, що використовуються при побудові робототехнічних комплексів; методика вибору двигуна; їх основні робочі характеристики.

Розділ 2.

Тема 1.5.

Лекція 9-10. Проектування, кінематичні та силові розрахунки механічних пристроїв сканування в цілому, порядок розробки пристрою сканування під конкретні практичні задачі. [1-3]

В лекції розглянуто проектування, кінематичні та силові розрахунки механічних пристроїв сканування в цілому, порядок розробки пристрою сканування під конкретні практичні задачі.

Розділ 2.

Тема 1.6.

Лекція 11-12 Передаточні та виконавчі механізми, їх основні характеристики, параметри та особливості розрахунку та застосування в робототехнічних комплексах систем неруйнівного контролю. [1-3]

В лекції розглянуто передаточні та виконавчі механізми, їх основні характеристики, параметри та особливості розрахунку та застосування в робототехнічних комплексах систем неруйнівного контролю.

Розділ 2.

Тема 1.7.

Лекція 13-14. Класифікація систем управління робототехнічними комплексами. [2]

В лекції розглянуто класифікацію систем управління робототехнічними комплексами.

Розділ 2.

Тема 1.8.

Лекція 15-16. Основні принципи організації руху роботів. Комп'ютерне моделювання робототехнічних систем. [2]

В лекції розглянуто принципи організації руху роботів.

Розділ 2.

Тема 1.9.

Лекція 17-18. Стандартизація та взаємозамінність основних вузлів та елементів робототехнічних комплексів. Рекомендації щодо матеріалів для виготовлення певних елементів в залежності від умов, в яких працює пристрій сканування та сама система неруйнівного контролю.

В лекції розглянуто принципи стандартизації та уніфікації основних вузлів та елементів робототехнічних комплексів.

На **практичних заняттях** розглядаються питання розрахунку та конструювання систем робототехнічних комплексів.

№ з/п

Назва теми заняття

- | | |
|-----|---|
| 1-2 | Постановка задачі та формування вихідних даних, виходячи з необхідної кількості та виду переміщень ПП в системі НК. Вибір виду виконавчого механізму сканера. Вибір двигуна та виду передавального механізму. [1-5] |
| 3-4 | Передаточні механізми. Розробка кінематичних схем. Визначення кінематичних та силових параметрів пристрою сканування.[1-5] |

- 5-6 Виконавчі механізми. Основні залежності, розрахунки і проектування. Кінематичні та силові розрахунки кулачкових сканерів з штовхачами, що переміщуються поступально. [1-5]
- 7-8 Кінематичні та силові розрахунки кулачкових сканерів з штовхачами, що коливаються. [1-5]
- 9-10 Визначення початкового кола кулачка, профілювання кулачків для штовхачів, що переміщуються поступально чи коливаються. [1-5]
- 11-12 Розробка кінематичних схем та визначення кінематичних та силових параметрів гвинтових пристроїв сканування [1-5]
- 13-14 Розробка кінематичних схем та визначення кінематичних та силових параметрів пристрою сканування з гнучкими зв'язками. [1-5]
- 15-16 Ескізна розробка конструкцій пристроїв сканування з урахуванням кріплення пристрою в системі НК. Вивчення і застосування типових елементів конструкцій. [1-5]
- 17-18 Кінематичні та силові розрахунки кулачкових сканерів з штовхачами, що коливаються. [1-5]

5. Самостійна робота студента/аспіранта

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 48 годин самостійної роботи студентів, з яких 6 годин - на підготовку до заліку і 42 години на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, самостійний розв'язок додаткових задач та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу та на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту лабораторних робіт:**
 - захист лабораторної роботи проходить під час проведення лабораторної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom, викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

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

Поточний контроль: виконання практичних робіт, МКР

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: здача модульної контрольної роботи.

Поточний контроль

Практичні роботи. Ваговий бал – 5

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи – 45 балів

Критерії оцінювання

Виконання практичної роботи:

– «відмінно» – активна робота протягом практичного заняття, вирішення задач, вільне володіння матеріалом – 5 бали;

– «добре» – активна участь на пар, присутній хід розв'язку завдання, який є правильним, але кінцева відповідь не отримана – 4 бали;

– «задовільно» – хід розв’язання задач присутній, але кінцевий результат не вірний – 3 бали.

Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий бал – 55

- повністю виконана робота – 55-49 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 48-42 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 41-35 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

Максимальна сума рейтингових балів студента за семестр становить 100 балів. Додаткові заохочувальні бали: 1 бал за активну участь у дискусіях на практичних заняттях; до 5 балів за доповідь на конференції по тематиці курсу.

Календарний контроль

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 8 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 бал).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 18 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 35 балів).

Умови допуску до семестрового контролю

Необхідною умовою допуску до заліку (або залікової контрольної роботи) є зарахування МКР, а також рейтинговий бал RD не менше 40 % від R, тобто 40 балів.

Семестровий контроль

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох задач.

2 задачі оцінюються по 33 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 33-29 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...18 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

1 задача оцінюється в 34 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 34-29 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів;

- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...18 балів;
«незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточне оцінювання:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Робототехнічні комплекси в системах неруйнівного контролю» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням викладачем).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри АСНК, к.т.н., Богдан Галина Анатоліївна

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією ПБФ (протокол № 7/23 від 22.06.2023)