

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій**



ЗАТВЕРДЖУЮ
 Декан ФІТСЕМ Олег САВЕНКО
 09. 2022 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Робототехнічні та інтелектуальні мехатронні пристрої і системи**

Освітньо-професійна програма **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладачі	Макаришкін Денис Анатолійович Майдан Павло Сергійович
Профайл викладача	https://akit.khmn.edu.ua/makaryshkin-denys-anatolijovych/ http://maees.khnu.km.ua/?page_id=556
Е-mail викладача(ів)	makaryshkin@ukr.net maidanp@khmn.edu.ua
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7609
Навчальний рік	2022-2023
Консультації	Очні: понеділок, 2-а пара, 3-111/бп-513 онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	1	1	5	150	68	34	34	-	-	82	-	-	-	+

Анотація дисципліни

Дисципліна «Робототехнічні та інтелектуальні мехатронні пристрої і системи» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Пререквізити: вихідна.

Кореквізити: технології кіберфізичних систем та цифрових двійників, функціональна та кібербезпека систем автоматизації, професійна практика.

Мета і завдання дисципліни

Мета викладання дисципліни. Метою дисципліни "Робототехнічні та інтелектуальні мехатронні пристрої і системи" є: 1) ознайомлення із базовими принципами проектування та експлуатації інтелектуальних мехатронних модулів та роботизованих виробничих систем, а також типовими прикладами їх побудови та функціонування; 2) формування у студентів умінь і навичок в галузі комплексної автоматизації виробничих процесів різного призначення із застосуванням сучасних гнучких засобів автоматизації – мехатронних пристроїв і промислових роботів.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички, які дозволяють виконувати аналіз та синтез складних робототехнічних систем та комплексів на основі синергетичних взаємозв'язків та інформаційних характеристик; формування прикладних практичних навичок об'єктно орієнтованого проектування робототехнічних систем та комплексів (реалізація програмного забезпечення).

Очікувані результати навчання.

Компетентності, на формування яких спрямовано ОК:

Інтегральна. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог

ФК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв

ФК2. Здатність проектувати та проваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проєктні та інженерні рішення

ФК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ФК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу

ФК10. Здатність розробляти цифрові двійники компонентів та кіберфізичних систем керування розумних мереж, технологій цифрової трансформації розподілених систем генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж

Програмні результати навчання, на забезпечення яких спрямовано ОК:

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв

ПРН2. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів

ПРН7. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації

ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами

ПРН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її

ПРН13. Розробляти і використовувати інтелектуальні системи автоматизації сонячної енергетики

ПРН14. Розробляти і використовувати цифрові двійники компонентів та кіберфізичних систем керування розумних мереж, технологій цифрової трансформації розподілених систем генерації та накопичення електроенергії на основі мікромереж.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Го д.	Література
1	2	3	4	5	6
1	Засоби для проектування інтегрованих мехатронних систем. Засоби провідних фірм Siemens та ABB.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1.	4	1, 2, 4
2	Проектування систем автоматизації на основі промислових роботів та їх розрахунок. Застосування на моделі технологічної лінії фірми Siemens.	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Моделювання задач кінематики роботів-маніпуляторі Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	4	2, 5
3	Застосування приводів промислових роботів. Дослідження систем керування на основі промислових роботів.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	4	1, 2, 5
4	Дослідження автоматизованого технологічного обладнання на основі інтегрованих у них мехатронних систем. Застосування на моделі технологічної лінії фірми Siemens.	ЛР 2. Моделювання конфігураційного простору маніпулятора Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	4	1 - 4
5	Дослідження систем технічного зору в робототехнічних комплексах. Приклад системи технічного зору на роботі-маніпуляторі Niryo One із стрічковим конвеєром.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3.	4	1 - 4
6	Методи виявлення рухомих об'єктів інтелектуальних систем технічного зору на стрічкових конвеєрних лініях.	ЛР 3. Дослідження матричного представлення положення маніпуляторів Niryo One та Siemens для стрічкових конвеєрних ліній.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	4	1, 2

7	Дослідження конструкцій промислових та мобільних роботів. Модель мобільної системи Zumo Robot.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4.	4	1, 2
8	Приклади застосування мехатронних систем в автомобільному, водному та повітряному транспорті.	ЛР 4. Моделювання кривошипно-коромислового та кривошипно-повзунного механізмів.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	4	3, 4
9	Дослідження конструкцій технологічних машин-гексаподів.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5.	4	3, 4
10	Методи конструювання мехатронних систем	ЛР 5. Моделювання робота-маніпулятора фірми Siemens.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	4	1, 2
11	Методи інтеграції мехатронних модулів		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6.	6	1, 2
12	Моделювання процесів динаміки мехатронних систем.	ЛР 6. Моделювання роботи стрічкового конвеєра на основі робота-маніпулятора фірми Siemens.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	6	1 – 3, 5
13	Проблеми та сучасні методи керування мехатронними системами. Багаторівневе керування в мехатронних системах. Інтелектуальні методи керування. Приклади провідних фірм Siemens.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7.	6	1, 2
14	Проблеми та сучасні методи керування мехатронними системами. Багаторівневе керування в мехатронних системах. Інтелектуальні	ЛР 7. Дослідження нечіткої логіки в системах керування	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т14. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	6	1 - 3

	методи керування. Приклади провідних фірм Siemens.				
15	Проблеми та сучасні методи керування мехатронними системами. Багаторівневе керування в мехатронних системах. Інтелектуальні методи керування. Приклади провідних фірм Siemens.		Опрацювання теоретичного матеріалу з Т15. Підготовка до виконання лабораторної роботи №8.	6	1 - 3
16	Синтез нечіткого регулятора електроприводу постійного струму на основі електроприводів фірм АВВ та Siemens.	ЛР 8. Математичне моделювання нейромережкових систем керування	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т16. Підготовка до захисту лабораторної роботи.	6	1 - 3
17	Синтез комплексного закону керування електроприводом постійного струму фірм АВВ та Siemens за допомогою нечіткої логіки.	Підсумкове заняття.	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. Захист лабораторних робіт.	6	1 - 3

Примітка: * Лекції, проводяться по дві години, лабораторні заняття по чотири години, крім підсумкового заняття; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції та лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на їх початку; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи та індивідуального завдання згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання аспіранта денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота	Семестровий контроль (іспит)
Лабораторні роботи №1-8	Підсумковий контрольний захід
ВК: 0,6	0,4

Умовні позначення: ВК - ваговий коефіцієнт.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка, критерії	
A	4,75–5,00	5	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

- Особливості застосування в інтегрованій системі функціональних блоків, які входять до мехатронної системи?
- Вплив функціональних блоків мехатронних систем на інтегровану систему керування та їх призначення?
- Які загальні ознаки та у чому відмінність систем електроприводу та мехатронної системи в контексті проектування інтегрованих систем?
- Особливість синергетичного ефекту мехатронного модуля та яким методом його можна виявити?
- У яких напрямках промислової автоматизації найбільш широко використовуються мехатронні системи та модулі?
- Проблеми застосування інтелектуальних мехатронних пристроїв та систем у промисловій автоматизації.
- У чому полягає поняття терміну мехатронний об'єкт в контексті автоматизованих ліній ?
- Яким мехатронним рівням може відповідати технічний об'єкт? Наведіть приклади.
- Дослідження різниці між поняттям мехатронний пристрій, мехатронна система, багаторівнева мехатронна система та мехатронний комплекс ?
- Дослідження мехатронності технічних об'єктів у промисловій автоматизації та її особливості?
- Принципи та проблеми побудови інтегрованих систем на основі мехатронних систем?
- Метод використання мехатронних систем при комп'ютерному керуванні рухом?
- Функціональне призначення пристроїв комп'ютерного керування в мехатронній системі чи модулі та особливості їх інтеграції (використання) в автоматизації?
- Метод мехатронного підходу до проектування.
- Аналіз переваг та недоліків мехатронного підходу при створенні машин з комп'ютерним керуванням у порівнянні з традиційними засобами автоматизації?
- Аналіз та особливості мехатронних модулів при їх використанні у системі життєзабезпечення?
- Моделі мехатронних систем?
- У чому відмінність і в чому подібність мехатронних систем автомобіля – антиблокувальної системи гальм та системи тягового контролю?
- Регулювання яких параметрів забезпечує покращення характеристик систем керування ефективною роботою електродвигуна?
- Методи та способи зчитування інформації з датчиків інтегрованими системами керування роботою електродвигуна автомобіля?

20. Оптимальні умови використання систем керування підвіскою?
21. Модель спрацювання подушки безпеки?
22. Моделі інтегрованих навігаційних систем?
23. Методи та особливості використання безпровідних технологій в мехатронних системах?
24. Моделювання радара і ладара (лідара)?
25. Методи зчитування інформації безпілотного автомобіля робота під час моніторингу навколишнього середовища?
26. Метод застосування мехатронних систем у поїзді?
27. Оптимальні умови гальмування поїзда під час його комп'ютерного керування?
28. Моделювання схем механічних рук промислових роботів, що містять двигун обертання та лінійний двигун?
29. Модель схема верстата-гексапода?
30. У чому полягає відмінність моделі гексапода від моделі ротопода?
31. У чому полягає відмінність моделі трипода від моделі гексапода?
32. Моделі гексаподних машин у машинобудуванні?
33. Моделі робототехнічних комплексів у машинобудуванні.
34. Особливості використання промислових роботів в інтегрованих системах керування?
35. Інтеграційні завдання, які вирішуються при конструюванні мехатронних пристроїв, систем та модулів під час проектування систем автоматизації.
36. Моделі багаторівневої інтеграції у мехатронних системах.
37. Людино-машинний інтерфейс при комп'ютерному керуванні.
38. Перерахуйте основні інтерфейси, які існують в узагальненій структурі мехатронних машин.
39. Напрямки теорії системного проектування мехатронних систем.
40. Функціонально-структурний підхід.
41. Структурний синтез та оптимізації технічних систем за критеріями складності.
42. Методології паралельного проектування.
43. Процедура проектування інтегрованих мехатронних модулів та машин.
44. Методи інтеграції при проектуванні вбудованих мехатронних модулів.
45. Метод виключення проміжних перетворювачів та інтерфейсів?
46. Проміжні перетворювачі використовувані в мехатронних модулях.
47. Структурна модель мехатронного модуля.
48. Метод поєднання елементів мехатронного модуля.
49. Основні функціональні елементи інтелектуального мехатронного модуля?
50. Аналіз переваг та недоліків, а також особливості застосування інтелектуальних мехатронних модулів в системах автоматизації?
51. Метод перенесення функціональне навантаження на інтелектуальні пристрої?
52. Модель розподілу функціонального навантаження у виробничих машинах і тенденції його зміни у процесі розвитку мехатроніки?
53. Особливість застосування цифрових сигнальних процесорів у робототехнічних та мехатронних системах ?
54. Мехатронні модулі в контексті проектування систем автоматизації.
55. Аналіз понять «модуль руху», «мехатронний модуль руху» та відмінності між ними.
56. Моделі модулів руху.
57. Елементи моделі мехатронного модуля руху
58. Структурна та функціональна схеми мехатронних модулів руху.
59. Модель контролера руху?
60. Модель інтелектуального силового модуля?
61. Модель інтелектуального рецептора?
62. Інтелектуальні мехатронні модулі?
63. Структура та модель мікромехатронних пристроїв.
64. Мікромехатронні пристрої в промисловій автоматизації.
65. Принципи та моделі функціонування мікромехатронних пристроїв.
66. Інтеграція мікромехатронних систем в складні системи керування.
67. Багаторівневі мехатронні системи керування?
68. Завдання, які вирішуються багаторівневими мехатронними системами керування?
69. Модель фазі-системи керування?
70. Модель обробки інформації після дефазифікації?

71. Які методи дефазифікації найчастіше використовуються?
72. Критерії оцінювання роботизованих систем зору.
73. Методи перетворення координат.
74. Методи та способи розташування камер огляду.
75. Аналіз додатків Vision System.
76. Моделі систем 3D-бачення.
77. Синтез структур та алгоритми роботи систем технічного зору.
78. Моделі слідкуючих систем технічного зору в робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексах.
79. Принципи та особливості моделювання систем комп'ютерного зору.
80. Методи обробки зображень, які здійснюють слідкування за рухомими об'єктами.
81. Метод слідкування за рухомими об'єктами на основі систем комп'ютерного зору.
81. Комп'ютерні системи технічного зору в режимі реального часу у промисловій автоматизації.
82. Архітектура та методи комп'ютерного зору.
83. Методи взаємодії людини та роботів з технічним зором.
84. Сучасні 3D методи для автоматизації.
85. Інтегрований машинний зір.
86. Метод технічного зору на основі OPC-серверу.
87. Метод децентралізованого технічного зору на основі комунікацій програмованих логічних контролерів.
88. Метод планування архітектури комп'ютерного зору з використанням RGB-камери.
89. Метод планування архітектури систем вибору.
90. Метод систем технічного зору для промислових роботів у промисловості.
91. Метод систем технічного зору для зварювання.
92. Метод розпізнавання об'єктів для промислової автоматизації.
93. Алгоритми та методи виявлення об'єктів для промислової автоматизації.
94. Метод комп'ютерного нейрона.
95. Синтез нейронної мережі та нечіткого регулятора.
96. Метод генетичних алгоритмів для робототехнічних та мехатронних систем?
97. Моделі генетичних алгоритмів?
98. Моделі і алгоритми інтелектуальних систем для рухомих робототехнічних та мехатронних систем.
99. Метод керування переміщення робота маніпулятора по запланованій траєкторії на основі інтелектуальних систем.
100. Метод керування переміщення робота маніпулятора для конвеєрної стрічки на обладнанні SIEMENS.

Методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

Рекомендована література

1. Моделювання роботи маніпулятора в програмному середовищі Tia Portal V.15.1. / Майдан П.С., Макаришкін Д.А., Михайловський Ю.Б., Золотенко Е.О. // Вісник Хмельницького національного університету Серія: «Технічні науки», 2022. - №4. С. 150-158.
2. О.П. Губарев. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації / Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. // К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 160 с.
3. Youngsu Cho. Screw based kinematic calibration method for robot manipulators with joint compliance using circular point analysis / Youngsu Cho, Hyun Min Do, Joono Cheong -Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Volume 60, Issue CDec - 2019 pp 63–76.
4. Моделювання роботи та візуалізація стану стрічкового конвеєра в програмному середовищі TIA PORTAL v.15.1 (повідомлення 1) / Слободян А.С., Макаришкін Д.А., Майдан П.С., Соколан Ю.С. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2022. - №2. - С. 96-107.
5. Debashish Roy. Computer Vision Application in Industrial Automation / Debashish Roy - Letterkenny Institute of Technology Port Road, Letterkenny Co. Donegal, Ireland.- 14 February 2021.
6. 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, Держ. вищий навч. закл. «Нац. гірн. ун-т». - 3-тє вид., перероб. і доп. - Дніпро : НГУ, 2017. - 224 с.

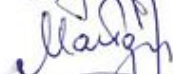
8. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні / [Л.Є.Пелевін, К. І. Почка, О. М. Гаркавенко та ін.]. – К.: Інтерсервіс, 2016. – 258 с.
9. Никольський Ю. В. Системи штучного інтелекту : навч. посіб. / Ю. В. Никольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина. – Львів : Магнолія, 2021. – 280 с.
10. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с. ISBN 978-966-695-502-2.
11. Peter Corke. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB. / Peter Corke - 2nd edition. – Springer, 2017. – 722 p.
12. Ловейкін В.С. Мехатроніка : навч. посіб. / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. – К., 2012. - 357 с.
13. Peter Corke. Machine vision toolbox for Matlab. / Peter Corke. – release 3. – LGPL, 2015. – 242 p.
14. Морзе Н.В. Основи робототехніки: навчальний посібник / Н.В. Морзе, Л.О. Варченко-Троценко, М.А. Гладун. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2016. – 184 с.
15. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту: навчально-методичний і практичний посібник. / Троцько В.В. – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2020 – 86 с.

Розробники:



к.т.н., доцент Денис МАКАРИШКІН

Погоджено:



к.т.н., доцент Павло МАЙДАН

Зав. каф. АКІТ



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК

Гарант ОП



д.т.н., професор Валерій МАРТИНЮК