

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-технічного
факультету

 Йолана ГОЛИК

“” _____ 2023р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
РОБОТИ І КІБЕРФІЗИЧНІ ТА РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Галузь знань: 17 – «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність: 174 – «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Освітня програма: «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

Статус дисципліни: обов’язкова

Мова: навчання: українська


Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Роботи і кіберфізичні та робототехнічні комплекси» для здобувачів магістерського рівня вищої освіти галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Розробник: Валентин ІВАНИЦЬКИЙ, професор, доктор фіз-мат наук, професор кафедри приладобудування

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри приладобудування

протокол № 7 від «04» травня 2023 р.

Завідувач кафедри  Ігор ЧИЧУРА
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

протокол № 9 від «16» травня 2023 р.

Голова науково-методичної комісії  Оксана ГАПАК
(підпис) (прізвище та ініціали)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150 год	1-й	
Кількість модулів – 2	Семестр	
	2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,7 години самостійної роботи студента – 4,9 години	Лекції	
	32 год	10 год
	Практичні (семінарські)	
	14 год	4
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усний	Самостійна робота	
	74 год	106 год
	Індивідуальна робота	
	30 год	30 год

2 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – підготовка фахівців в області розробки, застосування і практичного підтримання експлуатаційної дієздатності роботів та робототехнічних технологічних комплексів.

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких загальних (ЗК) та спеціальних (фахових) (СК) компетентностей:

ЗК1. Здатність проведення досліджень та професійної діяльності із широким застосуванням сучасного програмного забезпечення, комп'ютерних та інтелектуальних технологій.

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технічних й технологічних об'єктів і комплексів та створювати сучасні кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

СК5. Здатність аналізувати технічні, робототехнічні і технологічні системи для визначення стратегії їх автоматизації на основі сучасних контролерів різного рівня інтеграції.

3 ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Роботи і кіберфізичні та робото технічні комплекси» є опанування студентами таких навчальних дисциплін освітньої програми:

- ОК3. Програмне та метрологічне забезпечення систем автоматизації.
- ОК4. Мікропроцесорні системи та їх програмування.
- ОК5. Проектування засобів та систем автоматизації.

4 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни «Роботи і кіберфізичні та робототехнічні комплекси», повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Створювати високонадійні технічні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки всіх компонентів на основі використання базових знань з фізики та математики, інтелектуальних, цифрових та мережевих технологій, баз даних та баз знань і робототехнічних та мехатронних пристроїв.	ПРН1
Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, презентації результатів досліджень та проектів.	ПРН5
Аналізувати виробничо-технічні системи та технологічні процеси як об'єкти автоматизації і визначати стратегію процесу їх автоматизації та цифрової трансформації.	ПРН6
Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними технічними та технологічними об'єктами.	ПРН9
Застосовувати сучасні технології наукових досліджень, уміти виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити шляхи щодо їх розв'язання. Планувати і виконувати наукові і прикладні дослідження у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.	ПРН11

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Роботи і кіберфізичні та робототехнічні комплекси»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
- знання основ створення високонадійних технологічних робототехнічних комплексів з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки на базі інтелектуальних, цифрових і мережевих технологій та мехатронних пристроїв.	ПРН1
- навички спілкування державною та іноземною мовами усно і письмово для створення та представлення презентацій результатів досліджень у галузі робототехнічних та кіберфізичних систем.	ПРН5
- вміння аналізувати робототехнічні технологічні системи і визначати стратегію процесу їх вдосконалення та цифрової трансформації.	ПРН6
- навички розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для автоматичних робототехнічних систем та комплексів.	ПРН9
- вміння виявляти наукову сутність проблем розвитку робототехнічних систем та знаходити шляхи щодо їх розв'язання методами наукових та виробничих досліджень.	ПРН11

5 ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

5.1 Засоби оцінювання та методи демонстрації результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрації результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- есе та реферати для виступу на заняттях;
- звіти за результатами виконання практичних робіт та їх захист;
- матеріали, які підтверджують результати вивчення певної теми чи кількох тем на on-line курсах чи в іншій системі неформальної освіти за тематикою навчальної дисципліни;
- презентації результатів своїх досліджень в рамках індивідуальної траєкторії навчання за даною дисципліною;
- виконання курсового проекту та його захист перед комісією;
- екзамен.

5.2 Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми контролю для оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- індивідуальний контроль;
- самоконтроль;
- взаємний контроль;
- фронтальний контроль.

Форми поточного контролю: самоконтроль та взаємний контроль.

Форма модульного контролю: індивідуальний контроль.

Форма підсумкового семестрового контролю: фронтальний контроль.

5.3 Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	40	100
15	15	15	15		

5.4 Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	40	100
15	15	15	15		

5.5 Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні заняття	2	30	2	20
Есе або реферат за тематикою навчальної дисципліни	2	10	2	10
Презентація за результатами досліджень у рамках індивідуальної траєкторії навчання	1	10	1	10
Навчання в системі неформальної освіти.	1	10	1	10
Модульна контрольна робота	1	40	1	40
Разом	1	100	1	100

5.6 Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Кожна модульна контрольна робота виконуються студентами денної форми навчання під час аудиторних лекційних занять, а студентами заочної форми навчання – за рахунок часу, виділеного для самостійної роботи.

Кожна модульна контрольна робота містить 3 завдання. Із них два завдання направлені на визначення рівня засвоєння теоретичного матеріалу і оцінюються від 0 до 15 балів кожне. Одне завдання є практичними для перевірки набутих студентом навичок і оцінюється від 0 до 10 балів.

Завдання для визначення рівня засвоєння теоретичного матеріалу надаються у вигляді окремих питань із програми дисципліни, включаючи і питання самостійної роботи (див. розділ 6 робочої програми), на які необхідно дати розширену відповідь.

Практичні завдання полягають у виконанні невеликих завдань із проблем розвитку робототехніки.

У процесі навчання за програмою даної навчальної дисципліни заплановано освоєння деяких розділів робочої програми в системі неформальної освіти. Дана форма навчання проводиться переважно в рамках виконання здобувачами самостійної роботи. Для цього на початку вивчення навчальної дисципліни викладач узгоджує з кожним здобувачем ті розділи робочої програми та конкретні форми неформальної освіти, у рамках яких визначені розділи мають бути здобувачем вивчені.

5.7 Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання екзамену допускаються лише студенти, які мають підсумковий рейтинговий бал не менше 35. Екзамен з навчальної дисципліни студент може не скласти, якщо його підсумкова рейтингова оцінка не менша 60 балів. У такому разі його рейтингова оцінка є й оцінкою екзамену. Студент може підвищити на екзамені свою оцінку, але при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена. Оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни проводиться за прийнятою у ВУЗі шкалою.

Завдання для екзамену формуються для кожного студента індивідуально із тих питань та завдань, які не були виконані ним (або були виконані недостатньо) під час проходження поточного та проміжного контролю відповідно до наведеної вище таблиці оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни.

6 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1 Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Основні поняття робототехніки. Класифікація промислових роботів. Робототехнічні та робототехнологічні комплекси. Стандартні завдання для сучасних роботів. Кіберфізичні методи та системи

Тема 2. Кінематичні схеми промислових роботів. Основні поняття і визначення кінематики роботів. Робочі зони та показники якості кінематичних схем роботів. Захоплювачі промислових роботів. Технічні вимоги до сучасних роботів. Методи розрахунку кінематики промислових роботів.

Тема 3. Приводи сучасних роботів. Загальна структура приводу. Типові елементи та особливості конструкції пневматичних приводів. Принцип роботи роботів з пневматичним приводом. Гідравлічні приводи. Електроприводи

Тема 4. Системи керування роботів. Класифікація систем керування. Системи програмного керування. Циклові системи керування – основа робототехніки. Режими роботи циклової системи керування. Команди циклової системи керування. Основи машинного зору.

Модуль 2

Тема 5. Програмні моделі систем керування. Команди тестового контролю функціональних блоків системи керування. Команди редагування та контролю програми. Команди вводу-виводу.

Тема 6. Програмні емулятори робототехнічних комплексів. Структура програмного емулятора. Інтерфейс програмного емулятора. Особливості роботи програмного емулятора.

Тема 7. Роботи та гнучкі автоматизовані виробництва. Класифікація та загальні положення. Структурна схема циклу гнучкої автоматизованої технологічної лінії. Принципи та апарат моделювання автоматизованих гнучких технологічних ліній. Економічна ефективність застосування гнучких автоматизованих ліній та виробництв.

Тема 8. Розробка та дослідження робототехнічних комплексів. Експерименти з роботами через Інтернет. Технічні характеристики дослідів через Інтернет. Типи експериментів на базі Інтернет. Концепції віддаленого доступу. Методи і компоненти реалізації досліджень через телелaboratorії. Дослідження складних робототехнічних систем через Інтернет. Робототехніка та штучний інтелект.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекції	практ.	лабор.	індивід	самост. робота		лекції	практ.	лабор.	індивід.	самост. робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1. Основні поняття робототехніки.	10	2	-			8	13	1	-			12
Тема 2. Кінематичні схеми промислових роботів.	12	4	-			8	13	1	-			12
Тема 3. Приводи сучасних роботів.	20	4	4			12	17	1	-			16
Тема 4. Системи керування роботів.	19	4	3			12	20	2	2			16
Модульна контрольна робота	2	2										
Разом за модуль 1	63	16	7			40	63	5	2			56
Модуль 2												
Тема 5. Програмні моделі систем керування.	10	2	-			8	11	1	-			10
Тема 6. Програмні емулятори робототехнічних комплексів.	13	2	3			8	13	1	-			12
Тема 7. Роботи та гнучкі автоматизовані виробництва	18	6	4			8	18	2	2			14
Тема 8. Розробка та дослідження робототехнічних комплексів.	14	4	-			10	15	1	-			14
Модульна контрольна робота	2	2										
Разом за модуль 2	57	16	7			34	57	5	2			50
Разом	120	32	14			74	120	10	4			106

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Вивчення конструкції і приводу промислових роботів на прикладі технологічних ліній заводу «Джейбіл».	4	-
2	Вивчення циклових систем керування роботами та робототехнічними комплексами заводу «Джейбіл».	3	2
3	Вивчення структури та інтерфейсу програмного емулятора робототехнічних комплексів виготовлення електронних модулів на друкованих платах заводу «Джейбіл».	3	2
4	Вивчення системи керування гнучкою технологічною лінією виготовлення деталей із пластику заводу «Джейбіл».	4	-
Разом		14	4

6.4 Самостійна робота

6.4.1 Самостійна робота для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
1	Загальні сучасні підходи до здійснення автоматизації різних технологічних об'єктів та комплексів. Роль промислових роботів у вирішенні даних завдань. Підготовка есе або реферату за даною темою.	6	
2	Основні типи сучасних промислових роботів. Конструктивні, експлуатаційні та програмні особливості кожного типу роботів. Тема вивчається в системі неформальної освіти.	8	
3	Виконання самостійних завдань практичної роботи. Загальні особливості електроприводів, пневмоприводів, та гідроприводів сучасних промислових роботів. Позитивні та негативні якості різних типів приводів.	8	
4	Виконання самостійних завдань практичної роботи. Ознайомлення з сучасними комп'ютерно-інтегрованими системами керування промисловими роботами та робототехнічними комплексами. Приклади застосування машинного зору в системах автоматизації. Підготовка та представлення презентації за результатами своїх досліджень за даною темою в рамках індивідуальної траєкторії.	15	
5	Основні програмні моделі та методи моделювання і оптимізації процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами. Підготовка есе або реферату за даною темою.	6	
6	Виконання самостійних завдань практичної роботи. Використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв для створення автоматичних виробничих комплексів. Роль програмних емуляторів у даному процесі.	8	
7	Виконання самостійних завдань практичної роботи. Принципи створення кіберфізичних систем на основі інтелектуальних методів керування та цифрових технологій.	8	

	Використання таких систем для проектування робіт та гнучких автоматизованих виробництв. Тема вивчається в системі неформальної освіти.		
8	Особливості проектування та впровадження високонадійних гнучких автоматизованих ліній та комплексів. Підготовка презентації за результатами своїх досліджень за даною темою в рамках індивідуальної траєкторії.	15	
	Разом	74	

6.4.2 Самостійна робота для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Освоєння теми 1. Загальні сучасні підходи до здійснення автоматизації різних технологічних об'єктів та комплексів. Роль промислових роботів у вирішенні даних завдань. Підготовка есе або реферату за даною темою.	10
2	Освоєння теми 2. Основні типи сучасних промислових роботів. Конструктивні, експлуатаційні та програмні особливості кожного типу роботів. Тема вивчається в системі неформальної освіти.	14
3	Освоєння теми 3. Загальні особливості електроприводів, пневмоприводів, та гідроприводів сучасних промислових роботів. Позитивні та негативні якості різних типів приводів.	10
4	Освоєння теми 4. Виконання самостійних завдань практичної ознайомлення з сучасними комп'ютерно-інтегрованими системами керування промисловими роботами та робототехнічними комплексами. Підготовка та представлення презентації за результатами своїх досліджень за даною темою в рамках індивідуальної траєкторії.	20
5	Освоєння теми 5. Основні програмні моделі та методи моделювання і оптимізації процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами. Підготовка есе або реферату за даною темою.	10
6	Освоєння теми 5. Використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв для створення автоматичних виробничих комплексів. Роль програмних емуляторів у даному процесі.	12
7	Виконання самостійних завдань практичної роботи. Принципи створення кіберфізичних систем на основі інтелектуальних методів керування та цифрових технологій. Використання таких систем для проектування робіт та гнучких автоматизованих виробництв. Тема вивчається в системі неформальної освіти.	12
8	Особливості проектування та впровадження високонадійних гнучких автоматизованих ліній та комплексів. Підготовка презентації за результатами своїх досліджень за даною темою в рамках індивідуальної траєкторії.	18
	Разом	106

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

У процесі вивчення дисципліни передбачається використання такого обладнання:

- мультимедійна аудиторія із комп'ютером, відеопроєктором, аудіо системою, комп'ютерним планшетом та відеокамерою;
- лабораторія засобів автоматизації та маніпуляторів на базі промислових контролерів фірми Siemens;
- тепловізор FLIR E85; різні датчики параметрів технологічних процесів; аналізатор СКУ-64; набори інструментів; вимірювальних приладів та різних компонентів для створення і дослідження кіберфізичних об'єктів;
- обладнання заводу «Джейбіл», на базі якого виконуються лабораторні роботи.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

8.1 Основна література

1. М.М.Поліщук, М.М.Ткач. Робототехнічні системи: проектування і моделювання. Навчальний посібник. – К.: НТУ «КПІ», 2021–113 с.
2. Л.І. Цвіркун, Г. Грулер. Робототехніка та мехатроніка: навчальний посібник. – Дніпро: НГУ, 2019. – 224 с.

8.2 Допоміжна література

1. Джозеф Лентин. Вивчення робототехніки за допомогою Python. – К.: ДМК Прес. 2019. – 250 с.
2. Умовні графічні позначення елементів. ДСТУ 2.758-81.

8.3 Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського. / Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/node/2116>.
2. Наукова бібліотека Одеського національного університету імені І.І.Мечникова. / Режим доступу: <http://lib.onu.edu.ua/dysertatsiyi/> (із посиланнями на ряд міжнародних наукових бібліотек вільного доступу).
3. База патентів України. / Режим доступу: <https://uapatents.com/>.
4. Міністерство освіти і науки України, розділ наука. / Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua>.
5. Національна академія наук України. / Режим доступу: <https://www.nas.gov.ua/UA/pages/default.aspx>.

РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРЕГЛЯДУ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(непотрібне викреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(Підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(непотрібне викреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(Підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(непотрібне викреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(Підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20 ___ / 20 ___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(непотрібне викреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(Підпис) (Прізвище ініціали)