

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій і робототехніки

_____ 2023 р.,

протокол № __

Голова Вченої ради

_____ Олексій ГРОМОВИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
освітньо-професійна програма
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації (РЕА)
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки,
електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б.
Самотокіна
25 січня 2023 р.,
протокол № 1

Завідувач кафедри
_____ Андрій ТКАЧУК

Гарант освітньо-професійної
програми
_____ Валерій КИРИЛОВИЧ

Розробник: д.т.н., професор КИРИЛОВИЧ Валерій

Житомир
2022 – 2023 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 2

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 15 “Автоматизація та приладобудування”	Нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність: 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
	2-ий	2-ий	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 4,5	Освітній рівень: “магістр”	Лекції	
		32 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		16 год.	6 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	108 год.
Індивідуальні завдання:			
0 год.			
Вид контролю:			
іспит			

Примітка.

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

- для денної форми навчання: – 40 % аудиторних занять;
– 60 % самостійної та індивідуальної роботи;
- для заочної форми навчання: –10 % аудиторних занять;
– 90 % самостійної та індивідуальної роботи.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Передові технології в автоматизованому виробництві” (ПТ в АВ) є надання студентам знань та розвиток творчо-аналітичного мислення в частині нових підходів до аналізу, генерування, методології формування та розвитку практичних вмінь та навичок при розв’язуванні та/або дослідженні науково-практичних задач з використанням наявних передових та розробок нових задач

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 3

технологічного змісту.

Завданнями вивчення дисципліни ПТ в АВ є вироблення у студентів вміння застосовувати нові підходи щодо формування та дослідження технологічних задач, в основі яких знаходяться ідеї і принципи системного підходу, що розглядаються в контексті особливостей змісту та специфіки роботизованих механоскладальних виробництв.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»:

Компетентності

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

СК1. 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;

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення

СК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.

СК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень.

Результати навчання

РН01. 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.

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

РН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації.

РН07. Аналізувати виробничо-технічні системи у певній галузі діяльності як об'єкти автоматизації і визначати стратегію їх автоматизації та цифрової трансформації.

РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 4

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основні напрямки проєктування та розвитку нового технологічного обладнання та його нові технологічні властивості. Автоматизація технологічної підготовки автоматизованих механоскладальних виробництв

1. Структура, особливості та зміст навчального курсу ПТ в АВ

Основні поняття терміну “передові технології в автоматизованому виробництві”. Особливості структури навчальної дисципліни ПТ в АВ, її об’єкт, предмет, мета, завдання, основні форми.

2. Аналіз технологічних та конструктивних особливостей основного технологічного обладнання на базі механізмів з паралельною кінематикою (на прикладі металорізальних верстатів)

Методології проєктування сучасного металорізального обладнання. “Механізми з паралельною кінематикою”: сутність, види, використання. Приклади металорізальних верстатів з використанням механізмів з паралельною кінематикою (паралельною структурою - МПС): схеми, реальні інструменти, конструктивні виконання, технологічні особливості експлуатації. Особливості проєктування сучасного металорізального обладнання на основі МПС.

3. Автоматизація технологічної підготовки автоматизованих механоскладальних виробництв

Сутність терміну “технологічна підготовка автоматизованих виробництв (ТПАВ)” як складової виробничого процесу. Поняття, зміст, використання CAD/CAM/CAE- та GALS-технологій, рівень їх автоматизації, приклади функціонування.

Модуль 2. Передові технології в роботизованих механоскладальних виробництвах: підходи, особливості, досягнення

1. Аналіз наявних програмних продуктів щодо роботизації різногалузевих технологій

Структура, властивості, можливості, особливості функціонування програмних продуктів (пакетів) (ПП) ROS, RoboDC, RobotStudio.

2. Комплекс досліджень щодо визначення споживаного кінематичного ресурсу при технологічному обслуговуванні промисловими роботами (ПР) робочих позицій гнучких виробничих комірок (ГВК)

Поняття та зміст терміну “кінематичний ресурс”. Загальна схема синтезу методик

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 5

визначення координат опорних точок траєкторій переміщення затискного пристрою (ЗП) ПР за критерієм мінімуму споживаного кінематичного ресурсу для ПР з позиційною системою ЧПУ. Використання методу дихотомії при уточненні координат опорних точок.

3. Особливості складання математичних моделей складових гнучких виробничих комірок

Існуючі інформаційні моделі маніпуляційних систем промислових роботів, їх ЗП (або схватів Сх), їх недоліки та переваги. Теорія кватерніонів як теоретичний базис складання інформаційних моделей структурних складових ГВК.

4. Robix - оригінальний програмний продукт автоматизованого синтезу та дослідження траєкторій в роботизованих механоскладальних технологіях

Структура ПП та його можливості. Інтерфейс ПП. Сутність підходу щодо складання інформаційних моделей складових ГВК (маніпуляційні системи ПР, ЗП ПР, технологічне обладнання – основне та допоміжне, пристосування, перепони) та об'єктів маніпулювання.

Інструкція користувача ПП Robix як засіб демонстрації його (ПП) можливостей. Кристалізація розсіпу альтернатив як науково-методична основа визначення кутових та лінійних параметрів сервісу для кінематично надлишкових кінематичних структур маніпуляційних систем ПР. Автоматизована побудова базових траєкторій переміщення ЗП ПР, апроксимованих кубічними сплайнами, з контурною системою ЧПУ. Умови та можливості побудови сплайнів Акіми та лінійних сплайнів.

Методика, алгоритм та програмна реалізація побудови безколізійних траєкторій переміщення ЗП ПР в роботизованих механоскладальних технологіях.

Особливості розв'язування зворотніх та прямих задач кінематики ПР, а також прямих задач динаміки ПР в ПП Robix.

Автоматизований синтез кінцевої множини роботизованих механоскладальних технологій на множині структурних складових ГВК та апроксимуючих сплайнів.

Визначення швидкодії та енергетичних складових синтезованих траєкторій на множині аналізованих сплайнів: кубічного, лінійного, Акіми. Автоматизований вибір оптимальної в заданому розумінні траєкторії.

4. Структура навчальної дисципліни

Кредитні модулі	Змістовні модулі	Кількість годин			
		Всього	Лекції	Практичні	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6
№1	Модуль 1				
	1. Структура, особливості та зміст навчального курсу ПТ в	4	2		2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 6

	АВ				
	2. Аналіз технологічних та конструктивних особливостей основного технологічного обладнання на базі механізмів з паралельною кінематикою (на прикладі металорізальних верстатів)	10	4		6
	3. Автоматизація технологічної підготовки автоматизованих механоскладальних виробництв	12	4		8
	Разом модуль 1	26	10		16
	Модуль 2				
№2	1. Аналіз наявних програмних продуктів щодо роботизації різногалузевих технологій	14	2	2	10
	2. Комплекс досліджень щодо визначення споживаного кінематичного ресурсу при технологічному обслуговуванні промисловими роботами (ПР) робочих позицій гнучких виробничих комірок (ГВК)	28	4	2	18
	3. Особливості складання математичних моделей складових гнучких виробничих комірок	20	4	2	14
	4. Robix - оригінальний програмний продукт автоматизованого синтезу та дослідження траєкторій в роботизованих механоскладальних технологіях	34	12	8	14
	Разом модуль 2	94	22	16	56
	ВСЬОГО	120	32	16	72

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Особливості та можливості ПП ROS	2
2	Визначення величини споживаного кінематичного ресурсу для ПР порталної конструкції	2
3	Визначення величини споживаного кінематичного ресурсу для ПР циліндричної системи координат	2
4	Математичні моделі маніпуляційних систем для ПР з позиційною та контурною системами ЧПУ	2
5	Складання математичних моделей маніпуляційних систем та ЗП ПР із сферичною системою координат із використанням теорії кватерніонів (ПП Robix)	4
6	Автоматизована побудова траєкторій, що апроксимовані кубічним та лінійним сплайнами (ПП Robix)	2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 7

7	Автоматизований синтез безколізійних траєкторій, апроксимованих сплайном Акіми (ПП Robix)	2
РАЗОМ		16

6. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота студента є основним способом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових аудиторних занять. Мета виконання самостійної роботи – поглиблення, узагальнення і закріплення теоретичних знань і практичних умінь студентів з дисципліни. Самостійна робота студентів здійснюється у формі підготовки до лекцій та підготовки до практичних занять.

Підготовка до лекцій передбачає самостійне вивчення теоретичного навчального матеріалу з кожної теми, наданого в інформаційних джерелах та в конспекті лекцій. Підготовка до практичних занять здійснюється шляхом ознайомлення з основними теоретичними положеннями до кожного практичного заняття, нормативною документацією.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	ПР як універсальні засоби виробничої автоматизації	2
2	Конструктивні особливості та технологічні можливості металорізальних верстатів фірми OKUMA	4
3	Динаміка випуску та впровадження металорізальних верстатів з механізмами паралельної кінематики за останні 10 років	2
4	Аналітичний огляд ПП, що реалізують CAD-технології	2
5	Аналітичний огляд ПП, що реалізують CAM-технології	2
6	Аналітичний огляд ПП, що реалізують CAE-технології	2
7	Розширений аналіз ПП, що реалізують CALS-технології	4
8	Структура та функціональні можливості ПП ROS	2
9	Структура та функціональні можливості ПП RoboDK	2
10	Структура та функціональні можливості ПП RobotStudio	4
11	Структура та функціональні можливості ПП CoppeliaSim	2
12	Метод дихотомії як метод дискретної оптимізації при розв'язуванні задач щодо роботизованих технологій	2
13	Кристалізація розсипу альтернатив як приклад природних обчислень при розв'язуванні задач проектування/синтезу роботизованих технологій	2
14	Метод найгіршого випадку як один із підходів при нечіткому багатокритеріальному виборі роботизованих механоскладальних технологій	4
15	Аналітичний огляд існуючих алгоритмів (методик, підходів) побудови безколізійних траєкторій переміщення ЗП ПР	4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 8

16	Розширена демонстрація інструкції користувача ПП Robix	6
17	Порівняння швидкодії синтезованих в ПП Robix базових траєкторій (первинно безколізійних), апроксимованих різними сплайнами	4
18	Порівняння енергоємностей синтезованих в ПП Robix базових траєкторій (первинно безколізійних), апроксимованих різними сплайнами	4
19	Порівняння швидкодії синтезованих в ПП Robix відкорегованих траєкторій (первинно колізійних), апроксимованих різними сплайнами	5
20	Порівняння енергоємностей синтезованих в ПП Robix відкорегованих траєкторій (первинно колізійних), апроксимованих різними сплайнами	5
21	Визначення крутних моментів ланок маніпуляційної системи ПР з використанням ПП Robix	4
22	Визначення граничних швидкостей ланок маніпуляційної системи ПР з використанням ПП Robix	4
Разом		72

7. Індивідуальні завдання

Кожен студент отримує індивідуальне завдання і виконує його у формі написання реферату, повідомлення тощо, яке оприлюднює (зачитує, презентує) на практичному чи лекційному занятті.

Перелік індивідуальних завдань:

1. Динаміка випуску та впровадження ПР різного технологічного призначення за останні 10 років (за даними IFR).
2. Особливості випуску та впровадження ПР, що використовуються в металообробній та приладобудівній галузях, за останні 10 років (за даними IFR).
3. Особливості випуску та впровадження ПР, що використовуються в електронній галузі за останні 10 років (за даними IFR).
4. Динаміка випуску та впровадження ПР, що використовуються в галузі автомобілебудування, за останні 10 років (за даними IFR).
5. Інтенсивність продажу та впровадження ПР за регіонами світу за останні 10 років.
6. Аналіз конструкцій ПР фірми KUKA та їх технологічні можливості.
7. Аналіз конструкцій ПР фірми ABB та їх технологічні можливості.
8. Аналіз конструкцій ПР фірми MITSUBISHI та їх технологічні можливості.
9. Аналітичний огляд використання ПР різних виробників в металообробці за останні 10 років.
10. Аналітичний огляд використання ПР різних виробників в електронній промисловості за останні 10 років.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 9

11. Аналітичний огляд використання ПР різних виробників в автомобілебудуванні за останні 10 років.
12. Основні поняття про колаборативні промислові роботи; термінологія, параметри, характеристики, номенклатура випуску та фірми-виробники.
13. Основні поняття про когнітивні промислові роботи; термінологія, параметри, характеристики, номенклатура випуску та фірми-виробники.
14. Сутність методу гілок та меж як методу дискретної оптимізації при розв'язуванні задач роботизованих технологій (на прикладі курсового проекту з дисципліни О, Т та АДВ).
15. Сутність методу групового врахування аргументів та можливість його використання при розв'язуванні задач роботизованих технологій (на прикладі курсового проекту з дисципліни О, Т та АДВ).
16. Структура та функціональність пакету тримірнього моделювання Solid Work.
15. Функціональність та компоненти ППІ САМWork.
16. Пакет Tech Card та його використання при автоматизації технологічної підготовки механоскладального виробництва.
17. Особливості та можливості пакету EdgeCAM для програмування металорізальних верстатів з ЧПУ.
18. Особливості та зміст пакету CNCplus для програмування токарних верстатів з ЧПУ виробництва фірми KETTLER (Німеччина).
19. Особливості та зміст пакету CNCplus для програмування фрезерних верстатів ПУ виробництва фірми KETTLER (Німеччина).

8. Методи контролю

У накопичувальній заліково-екзаменаційній відомості структура балів для оцінювання навчальних досягнень студентів має наступну структуру:

- 10 балів на опитування за всіма змістовними модулями;
- 35 балів на складання модульної контрольної роботи;
- 55 балів на підготовку та захист індивідуального завдання.

Сума оцінок, отриманих студентом за різні види виконаної навчальної роботи, становить *підсумкову* семестрову оцінку.

9. Схема нарахування балів

Іспит

Поточне тестування				Індивіальне завдання (ІЗ)	Сума
модуль 1		модуль 2			
О	МКР	О	МКР		
5	10	5	25	55	100

Тут: О – опитування; ІЗ – індивідуальне завдання; МКР – модульна контрольна робота

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.10- 05.01/151.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 10 / 10

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Рекомендовані інформаційні джерела

Основні інформаційні джерела

1. Передові технології в автоматизованому виробництві. Практикум: навч.-метод. посібник / Кирилович В.А., Моргунов Р.С., Дімітров Л.В., Мельничук П.П.; за заг. ред Кириловича В.А. – Житомир: Видавець О.О. Євенок, 2018. – 144 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Executive Summary World Robotics 2021 Industrial Robots Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots. URL: https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2021_Industrial_Robots.pdf (дата звернення: 26.08.2022).

2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. Електронні дані. – Київ: НБУВ, 2013-2021. URL: www.nbuv.gov.ua (дата звернення: 26.08.2022).

3. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: [політемат. база даних містить відом. про вітчизн. та зарубіж. кн., брош., що надходять у фонд НІБ України]. – Електронні дані (803 438 записів). – Київ: Нац. парлам. б-ка України, 2002-2021. URL: catalogue.nplu.org (дата звернення: 26.08.2022).

4. Український інститут інтелектуальної власності. – Київ: УІВ, 2021. URL: <http://www.uipv.org> (дата звернення: 26.08.2022).