

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»



Затверджую:

Декан факультету машинобудування

 Кассов В.Д.

«27» травня 2024р.

Гарант освітньої програми:

д.т.н., доцент

 Бережна О.В.

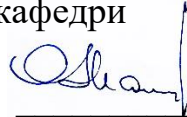
«08» травня 2024р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри автоматизації виробничих процесів

Протокол №_13 від 06.05.2024р.

Зав. кафедри



Марков О.Є.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

„РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ”

(назва дисципліни)

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

Спеціальність 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології

та робототехніка»

Освітній рівень другий (магістерський)

ОНП «Автоматизоване управління технологічними процесами»

Факультет «Машинобудування»

(назва інституту, факультету, відділення)

КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ, 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси» для студентів галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» 22 с.

Розробник Руденко В.М., к.т.н., доцент



Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін)

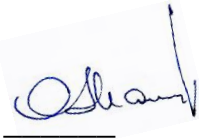
Керівник групи забезпечення



О.В. Бережна, д.т.н., доцент

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів», протокол № 13 від 06.05.2024 року.

Зав. кафедри АВП:



О.Є. Марков, д.т.н., професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради факультету машинобудування, протокол № 10-24/05 від 27.05.2024 року

Голова Вченої ради факультету



В.Д. Кассов, д.т.н., професор

І ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		Галузь знань 17 – «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» Спеціальність 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»	Обов'язкова дисципліна	
4,5				
Загальна кількість годин				
135				
Модулів – 1		ОНП «Автоматизоване управління технологічними процесами»	Рік підготовки	
Змістових модулів – 3			1	
Індивідуальні науково- дослідні завдання – Реферативний огляд 1 «Основи кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою»; Реферативних огляд 2 «Основи проектування робототехнічних комплексів»			Семестр	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4,5		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	Лекції	
			18	
			Практичні	
			36	
			Самостійна робота	
			81	
		Вид контролю		
		іспит		

II ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність вивчення дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси» у зв'язку із завданнями професійної діяльності та навчання: Роботизовані технологічні комплекси (РТК) – це навчальна дисципліна, пов'язана із теорією та практикою розробки та створення елементів робототехнічних систем для використання їх виробничих процесах. Сучасна робототехніка представляє собою прикладну науку, предметом якої є розробка, створення та експлуатація автоматизованих технічних систем, що є найважливішою технічною основою розвитку виробництва. Робототехніка базується на основних положеннях таких галузей науки, як електроніка, механіка, кібернетика, телемеханіка, мехатроніка, інформатика, радіотехніка та електротехніка.

В епоху розвитку сучасних технологій перехід від ручної праці до роботизації – лише питання часу. Досить актуальною є існуюча на теперішній час соціальна потреба щодо роботів. Справа у тому, що роботи здатні вивільнити людину від важкої, нецікавої, втомлювальної або досить небезпечної для її здоров'я праці. Крім того, досить важливою обставиною є те, що у зв'язку з підвищенням загального культурного та професійного рівня вже сьогодні спостерігається складність найму робітників на малокваліфіковані, монотонні та важкі операції. На теперішній час робототехніка вважається драйвером економічного розвитку та впровадження високих технологій у всі сфери життя населення.

Отже, сучасний світ важко уявити без втілення в різні галузі роботизованих систем, при цьому йдеться як про технічні системи (системи контролю та управління від авіації та космосу до медицини), так і про комп'ютерні (різного роду роботи). Саме тому методи, концепції, підходи, методики та комплекс відповідних моделей, які вивчаються в дисципліні «Роботизовані технологічні комплекси», широко застосовуються для навчально-методичного викладення основних положень проектування та дослідження роботизованих систем широкого спектру застосування.

Мета дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси» – формування когнітивних, афективних та моторних компетенцій в мультидисциплінарній сфері застосування математичних методів побудови роботизованих систем та комплексів у професійній діяльності майбутнього науковця, опанування та власної розробки широкого спектру елементів роботизованих систем, а також успішної прикладної реалізації комп'ютерних алгоритмів із використанням обчислювальних можливостей сучасних прикладних систем для проектування та аналізу роботизованих технологічних комплексів.

Завдання дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси»:

- ознайомлення здобувачів освіти з різноманітними напрямками та методологією проектування роботизованих технологічних систем та комплексів;
- навчання майбутніх фахівців практичному використанню прикладних математичних, тобто кількісних, методів для побудови широкого спектру

детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей процесів та систем у всіх галузях управління;

- ознайомлення здобувачів освіти з основними положеннями робототехніки та відповідними математичними моделями, пов'язаними з описом процесу управління технічними та кібернетичними системами;

- забезпечення формування прикладних теоретичних знань та набуття практичних програмно-обчислювальних навичок для успішного подальшого узагальнення та творчої феноменологічної формалізації поставлених та непоставлених інформаційно-розрахункових завдань, які виникають у різних сферах повсякденної науково-технічної активності інженера-дослідника;

- розвинення у старшокурсників навичок мультидисциплінарного прикладного математичного моделювання із широким залученням розрахунково-обчислювальних можливостей сучасних комп'ютерних засобів;

- докладний дидактичний розгляд широкого спектру прикладних задач управління технічними та кібернетичними системами, для всіх мультидисциплінарних областей людської науково-технічної діяльності на рівні інженера-дослідника та наукового менеджера;

- набуття студентами практичних навичок алгоритмічного мислення та формування додаткової аргументації при раціональному виборі релевантних чисельних методів комп'ютерного розв'язання прикладних задач обґрунтування та створення робототехнічних систем;

- забезпечення базового рівня розуміння та усвідомленого застосування здобувачами освіти набутих нових знань, умінь та навичок шляхом розробки рекомендацій щодо реалізації алгоритмів адаптації різного типу при проектуванні прикладних робототехнічних систем із застосуванням обчислювальних можливостей сучасних прикладних програмних пакетів;

- додаткове формування у здобувачів освіти здатності до послідовного і логічного мислення та належного рівня інформаційно-обчислювальної культури, а також забезпечення розширення професійного науково-технічного кругозору інженера-дослідника.

Передумови для вивчення дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси»: попереднє вивчення студентами дисциплін блоку бакалаврської підготовки відповідного спрямування та навчальних дисциплін «Цифрові системи керування і обробки інформації», «Автоматизоване проектування складних об'єктів та систем».

Мова викладання: українська.

Обсяг навчальної дисципліни та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг становить 135 годин / 4,5 кредити, в т.ч.:
- денна форма навчання: лекції – 18 годин, лабораторні – 36 годин, самостійна робота студентів – 81 годин; курсова робота – не планується.

ІІІ ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Освітня компонента «Роботизовані технологічні комплекси» повинна сформувавши наступні **програмні результати навчання**, що передбачені освітньо-професійною програмою підготовки магістрів:

- створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;
- розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, застосовуючи системний підхід із врахуванням нетехнічних складових оцінки об'єктів автоматизації;
- розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних **загальних та фахових компетентностей**:

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

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси» студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання.

В узагальненому вигляді їх можна навести наступним чином:

у когнітивній сфері

студент здатний продемонструвати:

- загальне розуміння, усвідомлення та практичне творче використання прикладних евристичних прийомів аналізу, синтезу, аналізу через синтез, класифікації, узагальнення, систематизації та генерування асоціацій тощо;

- стійку індивідуальну здатність до абстрактного інформаційно-математичного мислення, конструктивного інженерного уявлення, допустимого експериментально-теоретичного узагальнення, успішної багатоітеративної опосередкованості одержуваних нових знань, критичного аналізу об'єктивних переваг та наявних недоліків існуючих підходів та моделей, творчої оцінки та самостійного синтезу нових оригінальних ідей, методик та пропозицій;

- впевнену спроможність до докладного, але до певної міри обмеженого аналітично-інформаційного пошуку, уважного оброблення та порівняльного аналізу доступної науково-технічної інформації з різних джерел, до індивідуальної побудови логічних та послідовних висновків, усвідомленого використання різноманітного математичного формалізму та комп'ютерного синтаксису в рамках індивідуального прогресу щодо загального розуміння, застосування та творчого переосмислення прикладних детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних моделей;

- здатність до математичного та логічного мислення, адекватного розуміння, формулювання, інтерпретації, допустимої модифікації та зацікавленого дослідження детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних математичних моделей процесів та робототехнічних систем, обґрунтування раціонального вибору ефективних методів і підходів для каузального та акаузального розв'язування теоретичних і прикладних задач у відповідній галузі, інтерпретування отриманих графічних, чисельних та аналітичних результатів в різних цільових предметних галузях;

- здатність намагатися постійно вчитися, послідовно, наполегливо і цілеспрямовано оволодівати сучасними інформаційно-технічними знаннями, прикладними математичними моделями динаміки та продуктивності наукових процесів та систем, об'єктивно оцінювати та відповідально забезпечувати якість виконуваних розрахунково-обчислювальних та лабораторних робіт;

- впевнене вміння адекватно, релевантно, послідовно та творчо застосувати математичні моделі адаптивного управління відповідно до наявних об'єктивних технічних умов, в яких наразі функціонують існуючі об'єкти автоматизації та комп'ютеризації в різних предметних галузях;

- вміння грамотно обробляти, згладжувати, інтерполювати, апроксимувати, візуалізувати, тлумачити та узагальнювати отримані чисельні, графічні та аналітичні результати, аналізувати, переосмислювати та представляти їх для цільової аудиторії та непрофесійного загалу, обґрунтувати запропоновані інформаційні рішення на сучасному науково-технічному рівні;

- вміння використовувати, розробляти та досліджувати математичні методи та алгоритми обробки даних моделювання із застосуванням обчислювальних можливостей сучасних комп'ютерних систем.

в афективній сфері

студент здатний:

- критично осмислювати лекційний та позалекційний навчально-практичний матеріал; вільно, компетентно, послідовно та раціонально будувати

власну аргументацію; застосовувати вивчені математичні моделі елементів робототехнічних систем до відповідних інформаційно-практичних задач;

- спілкуватися як державною українською, так і міжнародною англійською мовами як усно, так і письмово;

- регулярно співпрацювати із іншими студентами та викладачем в процесі обговорення проблемних моментів на лекційних, обчислювальних лабораторних та практичних заняттях, при виконанні та захисті індивідуальних розрахункових завдань; ініціювати та брати участь у предметній дискусії з прикладних питань навчальної дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси», повною мірою розділяти цінності колективної та наукової етики.

у психомоторній сфері

студент здатний:

- самостійно аналізувати і оцінювати прикладні математичні методи та комп'ютерні алгоритми розв'язування інформаційних завдань;

- застосовувати математичні методи та моделі елементів робототехнічних комплексів у науково-практичних ситуаціях;

- контролювати результати власних зусиль в навчальному процесі та коригувати (за допомогою викладача) ці зусилля для ліквідації пробілів у засвоєнні навчального матеріалу або формуванні умінь, вмінь та навичок;

- самостійно здійснювати пошук, систематизацію, узагальнення навчально-методичного матеріалу, розробляти варіанти розв'язування завдань й обирати найбільш раціональні з них.

Формулювання спеціальних результатів із їх розподілом за темами представлені нижче:

Тема	Зміст програмного результату навчання
1	<p>Студент здатний <i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• продемонструвати знання історичної ретроспективи виникнення та розвитку робототехнічних систем, та є здатним в загальних рисах описувати основні етапи формування наукової галузі;• продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• брати участь у обговоренні областей застосування роботів та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• відтворити класифікацію виробничих роботів;• дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки.

Тема	Зміст програмного результату навчання
2	<p>Студент здатний у когнітивній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання основ структурної та кінематичної класифікації маніпуляційних пристроїв робототехнічних систем та є здатним в загальних рисах її характеризувати; • продемонструвати знання класифікаційних ознак, за якими здійснюється класифікація кінематичних пар маніпуляційних механізмів та є здатним в загальних рисах описувати визначені класи маніпуляторів; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p>в афективній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних класифікаційних ознак переносних ступенів рухомості маніпуляторів та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо віднесення роботу до певного класу для запропонованого варіанту побудови маніпуляційної системи; <p>у психомоторній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити основні поняття щодо структури та кінематики маніпуляторів; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки; • виконати та оформити практичну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо можливостей використання пакету Solid Works для моделювання елементів робототехнічних систем; • сформулювати висновки з проведеного дослідження можливостей використання пакету Solid Works для моделювання елементів робототехнічних.
3	<p>Студент здатний у когнітивній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання основ перетворення координат у маніпуляційних системах та визначення взаємного розташування послідовно поєднаних елементів маніпуляційних систем та є здатним в загальних рисах характеризувати кожен з визначених елементів структури; • продемонструвати знання особливостей опису положення схвату в абсолютній системі координат та є здатним в загальних рисах формулювати поняття про пряму та зворотню задачу кінематики маніпуляторів роботів; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p>в афективній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних варіантів реалізації перетворення координат в кінематиці маніпуляторів роботів та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту реалізації системи перетворення координат для запропонованого варіанту побудови маніпулятора робота; <p>у психомоторній сфері:</p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити сутність основних систем координат маніпуляторів роботів; • слідувати основним правилам перетворення координат при створенні проекту маніпулятора робота;

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<ul style="list-style-type: none"> • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки; • виконати та оформити практичну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо розробки моделі технологічного об'єкта з використанням пакету Solid Works; • сформулювати висновки з проведеного дослідження можливостей використання пакету Solid Works щодо розробки моделі технологічного об'єкта.
4	<p>Студент здатний <i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання постановки прямої задачі кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою, та є здатним в загальних рисах описувати процедури її рішення; • продемонструвати знання особливостей процедури розрахунку положення схвату у просторі абсолютних координат, та є здатним в загальних рисах описувати порядок визначення взаємного розташування проміжних ланок маніпулятора; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних варіантів рішення прямої задачі кінематики при позиційному управлінні та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту рішення прямої задачі кінематики при позиційному управлінні для запропонованого варіанту побудови маніпуляційної системи з послідовною кінематикою; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити постановку прямої задачі кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою; • слідувати основним правилам обрахунку координат при створенні проекту маніпуляційної системи; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки; • виконати та оформити практичну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо анімації віртуальної моделі технологічного об'єкта з використанням пакету Solid Works; • сформулювати висновки з проведеного дослідження можливостей пакету Solid Works щодо анімації віртуальної моделі технологічного об'єкта.
5	<p>Студент здатний <i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою при контурному управлінні, та є здатним в загальних рисах описувати процес рішення такої задачі; • продемонструвати знання особливостей постановки задачі динамічного синтезу та аналізу маніпуляційних систем, та є здатним в загальних рисах описувати особливості її вирішення; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних варіантів вирішення зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту рішення зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем для запропонованого варіанту побудови маніпуляційної системи з послідовною кінематикою; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити порядок рішення зворотної задачі кінематики маніпуляційної системи з послідовною кінематикою; • слідувати основним правилам рішення зворотної задачі кінематики маніпуляційної системи з послідовною кінематикою; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки.
6	<p>Студент здатний</p> <p><i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання призначення, складу та основ класифікації роботизованих технологічних комплексів, та є здатним в загальних рисах описувати процес функціонування роботизованого технологічного комплексу; • продемонструвати знання складу та класифікації роботизованих технологічних комплексів, та є здатним в загальних рисах описувати функціонування окремих структурних елементів; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних варіантів компоновки роботизованих технологічних комплексів та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту обрахування можливих траєкторій схватів маніпуляторів, для запропонованого варіанту компоновки роботизованого технологічного комплексу; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити склад та класифікацію роботизованих технологічних комплексів; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки.
7	<p>Студент здатний</p> <p><i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання загальних вимог до роботизованих технологічних комплексів та є здатним в загальних рисах формулювати такі вимоги до їх компонентів; • продемонструвати знання основних вимог щодо технологічних процесів та деталей, які реалізуються роботизованим технологічним комплексом, та є здатним в загальних рисах описувати вплив кожної з вимог на функціонування роботизованого комплексу; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p>

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних вимог щодо технологічного обладнання, яке використовується у роботизованому комплексі, та до виробничих роботів, які включено до складу роботизованого технологічного комплексу, та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту реалізації вимог до роботизованих технологічних комплексів та їх компонентів для запропонованого варіанту побудови роботизованого технологічного комплексу; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити основні вимоги до технологічного процесу та деталей, які реалізуються у роботизованому технологічному комплексі; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки.
8	<p>Студент здатний</p> <p><i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання основ процедури моделювання робототехнічних систем у термінах мереж Петрі та є здатним в загальних рисах описувати таку процедуру; • продемонструвати знання особливостей імітаційних моделей робототехнічних систем на основі мереж Петрі, та є здатним в загальних рисах описувати процес створення такої моделі; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування; <p><i>в афективній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні різних варіантів моделювання однопозиційних та багатопозиційних робототехнічних комплексів мережами Петрі та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; • захищати власну думку щодо варіанту моделювання робототехнічної системи в термінах мережі Петрі для запропонованого варіанту побудови роботизованого комплексу; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити основні поняття та терміни мереж Петрі; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області робототехніки; • виконати та оформити практичну роботу або індивідуальне розрахунково-графічне завдання щодо моделювання операційної системи реального часу мережами Петрі; • сформулювати висновки з проведеного дослідження можливостей моделювання операційної системи реального часу мережами Петрі.
9	<p>Студент здатний</p> <p><i>у когнітивній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • продемонструвати знання загальних перспектив використання роботизованих комплексів та систем і є здатними в загальних рисах описувати основні тенденції розвитку теорії та методів створення роботів; • продемонструвати знання термінологічної бази навчальної дисципліни та є

Тема	Зміст програмного результату навчання
	<p>здатним коректно застосовувати спеціальні терміни стосовно робототехніки під час обговорення проблемних питань та дискутування;</p> <p><i>в афективній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • брати участь у обговоренні світових трансформаційних процесів попиту на роботизовані товари та послуги та аргументувати власну думку українською мовою, в т.ч. в усних та письмових повідомленнях, усвідомлювати переваги та недоліки власної позиції та позицій інших учасників дискусії; <p><i>у психомоторній сфері:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • відтворити основні напрямки та тенденції розвитку роботизованих комплексів та систем; • дотримуватися коректного використання основних термінологічних одиниць в області теорії робототехніки.

III ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Вид занять / контролю	Розподіл між навчальними тижнями																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Лекції	2		2		2		2		2		2		2		2		2	
ЛЗ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Сам.роб.	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
Конс.				К						К								К
Інд.завд.					РО 1						РО 2							
Зм. мод.	ЗМ 1				ЗМ 2						ЗМ 3							
Контр. за модулем				ЛР 1			ЛР 2			ЛР 3						ЛР 4		

3.1. Розподіл обсягу дисципліни за видами навчальних занять та темами

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна / заочна форма)				
		Усього го	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Основи побудови роботизованих технологічних комплексів						
1	Області застосування, класифікація та технічні характеристики виробничих роботів. Області застосування роботів. Класифікація виробничих роботів. Технічні характеристики виробничих роботів.	9	2	0	0	7
2	Структурна та кінематична класифікація маніпуляційних пристроїв робототехнічних систем. Основні поняття структури та кінематики маніпуляторів. Класифікація кінематичних пар маніпуляційних механізмів. Класифікація переносних ступенів рухомості маніпулятора з послідовною кінематикою.	17	2	0	12	3
Змістовий модуль 2 Основи кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою						
3	Перетворення координат у маніпуляційних системах та визначення взаємного розташування послідовно поєднаних ланок маніпуляційних систем. Опис положення зхвату у абсолютній системі координат. Поняття про пряму та зворотню задачі кінематики маніпуляторів роботів. Однорідні координати у кінематиці маніпуляторів роботів. Спеціальні системи координат та перетворення Денавіта-Хартенберга.	21	2	0	8	11
4	Пряма задача кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою. Узагальнені координати маніпуляційних систем. Таблиця кінематичних пар маніпулятора. Розрахунок положення зхвату у просторі абсолютних координат та визначення взаємного положення проміжних ланок маніпуля-	21	2	0	8	11

	тора. Рішення прямої задачі кінематики при позиційному управлінні.					
5	Зворотна задача кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою при контурному управлінні та дослідження динаміки маніпуляційних систем з послідовною кінематикою. Постановка зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем. Virішення зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем. Постановка та virішення задачі динамічного синтезу та аналізу маніпуляційних систем.	13	2	0	0	11
Змістовий модуль 3 Основи проектування робототехнічних комплексів						
6	Призначення, склад та класифікація роботизованих технологічних комплексів. Призначення робототехнічних комплексів. Склад та класифікація роботизованих технологічних комплексів. Компонівка роботизованих технологічних комплексів та можливі траєкторії схватів маніпуляторів.	12	2	0	0	10
7	Загальні вимоги до роботизованих технологічних комплексів та їх компонентів. Вимоги до технологічних процесів та деталей, які реалізуються у роботизованому технологічному комплексі. Вимоги до технологічного обладнання, яке використовується у роботизованому технологічному комплексі, та до виробничих роботів, які включаються до складу роботизованого технологічного комплексу. Вимоги до допоміжного та транспортно-накопичувального обладнання, яке включається до роботизованого технологічного комплексу.	12	2	0	0	10
8	Моделювання робототехнічних систем в термінах мереж Петрі. Основні поняття та термінологія мереж Петрі. Імітаційні моделі робототехнічних систем на основі мереж Петрі. Моделювання однопозиційних та багатопозиційних робототехнічних комплексів мережами Петрі.	20	2	0	8	10
9	Перспективи використання роботизованих комплексів та систем. Світові трансформаційні процеси попиту на роботизовані товари та послуги. Аналіз прогнозів щодо ефектів масової роботизації у світі.	10	2	0	0	8
Усього годин		135	18	0	36	81
Курсова робота		0	0	0	0	0

Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

3.2. Тематика практичних занять

№ з/п	Тема заняття
1	Використання пакету Solid Works для моделювання робототехнічних систем
2	Розробка моделі технологічного об'єкта з використанням пакету Solid Works

3	Анімація віртуальної моделі технологічного об'єкта з використанням пакету Solid Works
4	Моделювання операційної системи реального часу мережами Петрі

3.3. Перелік індивідуальних та/або групових завдань

№ з/п	Назва теми або тем, з яких виконується індивідуальне завдання	Назва і вид індивідуального завдання
1	<p>Змістовий модуль 2 Основи кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою.</p> <p>Перетворення координат у маніпуляційних системах та визначення взаємного розташування послідовно поєднаних ланок маніпуляційних систем. Опис положення зхвату у абсолютній системі координат. Поняття про пряму та зворотню задачі кінематики маніпуляторів роботів. Однорідні координати у кінематиці маніпуляторів роботів. Спеціальні системи координат та перетворення Денавіта-Хартенберга. Пряма задача кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою. Узагальнені координати маніпуляційних систем. Таблиця кінематичних пар маніпулятора. Розрахунок положення зхвату у просторі абсолютних координат та визначення взаємного положення проміжних ланок маніпулятора. Рішення прямої задачі кінематики при позиційному управлінні. Зворотна задача кінематики маніпуляційних систем з послідовною кінематикою при контурному управлінні та дослідження динаміки маніпуляційних систем з послідовною кінематикою. Постановка зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем. Вирішення зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем. Постановка та вирішення задачі динамічного синтезу та аналізу маніпуляційних систем.</p>	<p>Реферативний огляд за обраним студентом напрямком проектування та реалізації кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою. За узгодженням з викладачем студент обирає один з математичних методів реалізації кінематичних або динамічних характеристик маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою та готує реферативний огляд, у якому повинен визначити особливості обраного математичного методу реалізації кінематичних або динамічних характеристик маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою, особливості застосування математичного апарату, який покладено в основу роботи алгоритму, можливі обмеження в застосування визначеного методу або класу маніпуляційних систем роботів, наявність наукових публікацій, які висвітлюють питання застосовності обраного напрямку математичної реалізації кінематичних або динамічних характеристик маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою, аналіз наведених публікацій та перспективи розвитку обраного напрямку.</p>
2	<p>Змістовий модуль 3 Основи проектування робототехнічних комплексів.</p> <p>Призначення робототехнічних комплексів. Склад та класифікація роботизованих технологічних комплексів. Компонівка роботизованих технологічних комплексів та можливі траєкторії схва-</p>	<p>Реферативний огляд за обраним елементом проектування робототехнічних комплексів. За узгодженням з викладачем студент обирає один з елементів проектування робототехнічних комплексів та готує реферативний огляд, у якому повинен визначити особливості обраного елемента проекту-</p>

<p>тів маніпуляторів. Вимоги до технологічних процесів та деталей, які реалізуються у роботизованому технологічному комплексі. Вимоги до технологічного обладнання, яке використовується у роботизованому технологічному комплексі, та до виробничих роботів, які включаються до складу роботизованого технологічного комплексу. Вимоги до допоміжного та транспортно-накопичувального обладнання, яке включається до роботизованого технологічного комплексу. Моделювання робототехнічних систем в термінах мереж Петрі. Імітаційні моделі робототехнічних систем на основі мереж Петрі. Моделювання однопозиційних та багатопозиційних робототехнічних комплексів мережами Петрі. Перспективи використання роботизованих комплексів та систем. Світові трансформаційні процеси попиту на роботизовані товари та послуги. Аналіз прогнозів щодо ефектів масової роботизації у світі.</p>	<p>вання робототехнічних комплексів, математичного методу реалізації обраного елемента проектування робототехнічних комплексів, особливості застосування математичного апарату, який покладено в основу роботи, можливі обмеження в застосування визначеного методу, наявність наукових публікацій, які висвітлюють питання застосовності обраного елемента, аналіз наведених публікацій та перспективи розвитку обраного напрямку.</p>
---	---

IV КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів денної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Захист практичних робіт	50	Студент здатний продемонструвати критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації. Студент виконав розрахунково-графічні та обчислювальні практичні роботи, а також навів аргументовані відповіді на уточнювальні та додаткові запитання викладача та колег.
2	Модульна контрольна робота №1 до модулю №1 «Основи побудови роботизованих технологічних комплексів»	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №1
3	Модульна контрольна робота №2 до модулю №2 «Основи кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою»	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №2
4	Модульна контрольна робота №3 до модулю №3 «Основи проектування робототехнічних комплексів»	10	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні завдання, що відповідають програмним результатам навчання за темами змістового модулю №3
5	Реферативний огляд № 1 за змістовним модулем № 2	10	Студент підготував реферативний огляд, який відповідає програмним результатам навчання за змістовним модулем № 2.
6	Реферативний огляд № 2 за змістовним модулем №3	10	Студент підготував реферативний огляд, який відповідає програмним результатам навчання за змістовним модулем № 3.
Поточний контроль		100(*0,5)	-
Підсумковий контроль		100(*0,5)	Студент виконав тестові та розрахунково-обчислювальні індивідуальні завдання та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам успішного навчання з дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси»
Всього		100	-

4.2. Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань студентів заочної форми навчання

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	Тестова контрольна робота, яка виконується студентом індивідуально в системі Moodle	40	Студент виконав тестові завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни
2	Письмовий екзамен (залік)	60	Студент виконав обчислювально-розрахункові завдання білету та навів аргументовані відповіді на ситуаційні завдання, що відповідають програмним результатам навчання з дисципліни «Роботизовані технологічні комплекси»
Всього		100	-

4.3. Критерії оцінювання сформованості програмних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентностей	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний продемонструвати знання і розуміння теоретичних основ побудови роботизованих технологічних комплексів, класифікацію виробничих роботів; • студент здатний продемонструвати знання і розуміння основ кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів з послідовною кінематикою; • студент здатний продемонструвати знання і розуміння основ проектування робототехнічних комплексів. 	75-89% – студент припускається незначних помилок у описі області застосування роботів, недостатньо повно визначає сутність структурної та кінематичної класифікації маніпуляційних пристроїв робототехнічних систем, неповною мірою розуміє переваги та недоліки різних варіантів побудови промислових роботів, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів
	60-74% – студент некоректно формулює основні положення щодо кінематики та динаміки маніпуляційних систем роботів та робить суттєві помилки у змісті математичних моделей, які покладено в основу функціонування роботів, припускається помилок при формулювання основної та зворотної задачі кінематики маніпуляційних систем, присукається грубих помилок у витлумаченні та розрахунках, а також при оформленні розрахункової або практичної роботи
	менше 60% – студент не може обґрунтувати свою позицію посиленням на визначений математичний апарат, покладений в основу реалізації маніпуляційної системи, не володіє методологічним апаратом визначення основних вимог щодо роботизованих технологічних комплексів та їх компонентів, не може самостійно формулювати основні положення щодо моделювання робототехнічних систем за допомогою апарату мереж Петрі; не має належної уяви про типи задач та витлумачення одержаних результатів
<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний критично осмислювати матеріал 	75-89% – студент припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту обчислювальних та індивідуальних розрахункових завдань, відчуває певні складності у

<p>лекційних та практичних занять; аргументувати власну позицію, спроможний оцінити аргументованість вимог та компетентно дискутувати у професійному середовищі;</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний креативно співпрацювати із іншими студентами та викладачем; ініціювати і брати участь у конструктивній та аргументованій дискусії, розділяти цінності колективної та наукової етики у сфері прикладних загальнонаукових досліджень 	<p>поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики</p> <p>60-74% – студент припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні лабораторних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики</p> <p>менше 60% – студент не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання лабораторних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу</p>
<p>Психомоторні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • студент здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них; • студент здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків; • студент здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля 	<p>75-89% – студент припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p> <p>60-74% – студент відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p> <p>менше 60% – студент нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв'язання детерміністичних, ймовірнісних, статистичних та стохастичних задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної недоброчесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт, не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації</p>

V ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1.	Індивідуальне завдання	<ul style="list-style-type: none"> • письмовий звіт про виконання індивідуального завдання; • оцінювання самостійності та якості виконання завдання в ході звіту-захисту та співбесіди
2.	Модульні контрольні роботи	<ul style="list-style-type: none"> • стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;
Підсумковий контроль		<ul style="list-style-type: none"> • стандартизовані тести; • аналітично-розрахункові завдання;

VI РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

6.1. Основна література

1. **Павленко І.І., Мажара В.А.** Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.
2. **Бочков В.М., Сілін Р.І.** Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За ред. Сіліна Р.І. – Львів: Видавництво Державного університету “Львівська політехніка”, 2000. – 380с.
3. **Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Валявський І.А.** і ін. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою. – Кіровоград, 2004. – 438с.
4. **Павленко І.І.** Промислові роботи: основи розрахунку та проектування. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420с.
5. Конструювання промислових роботів: навч. посіб. / Г. І. Костюк, О. О. Баранов, Ю. В. Широкий ; МОН України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 136 с. - 978-966-662-757-8 2.
6. Гнучкі робототехнічні комплекси для механічної обробки: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл.: гриф МОН України / В. М. Павленко, Г. І. Костюк, О. О. Баранов [и др.]; МОН України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2014. - 168 с. - 978-966-662-335-8

Допоміжна література

1. **Wesley L. Stone.** The History of Robotics // Robotics and automation handbook / Thomas R. Kurfess. — Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.: CRC PRESS, 2005. — ISBN 0-8493-1804-1.
2. **Angelo Figliola, Alessandra Battisti.** Post-industrial Robotics: Exploring Informed Architecture / Springer, 2021, p. 179. — ISBN 9789811552779, 9789811552786.
3. **Huimin Lu.** Artificial Intelligence and Robotics / Springer International Publishing, 2021. — p. 265. — ISBN 9783030561772, 9783030561789.
4. **Jadran Lenarčič, Bruno Siciliano.** Advances in Robot Kinematics 2020 / Springer International Publishing, 2021. — p. 375. — ISBN 9783030509743, 9783030509750.
5. **Rabindra Nath Shaw, Ankush Ghosh, Valentina Emilia Balas, Monica Bianchini.** Artificial Intelligence for Future Generation Robotics / Elsevier, 2021. — p. 178. — ISBN 0323854982, 9780323854986
6. **Nathan Ida.** Sensors, Actuators, and Their Interfaces: A Multidisciplinary Introduction / Control, Robotics and Sensors, 2020. — p. 928. — ISBN 1785618350, 9781785618352.

Web-ресурси

1. International Federation of Robotics/ <https://ifr.org/>
2. JPL Robotics: Commercial Rovers/ <https://www-robotics.jpl.nasa.gov/systems/system.cfm?System=4#urbie>
3. Асоціація робототехніки в Україні/ <https://sites.google.com/a/roboart.org.ua/www/pro-nas>
4. Робототехника в Украине/ <https://www.robo.house/ru/robototehnica-v-ukraine/>
5. Робототехника Украины. Роботы, кибернетика, нанотехнологии, наука и техника/ <https://robotics.ua/>
6. iRobot: Robot Vacuum and Mop/ <https://www.irobot.com/>
7. PAL Robotics: Leading company in service robotics/ <https://pal-robotics.com/>
8. Boston Dynamics/ <https://www.bostondynamics.com/>