

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ РОБОТОТЕХНІКИ
ТА МЕХАТРОНІКИ»**

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації, електро- та робототехнічних
систем
Протокол № 2 від «17» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧ(І):

ЦИМБАЛ Богдан, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та роботехнічних систем.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН

УЗГОДЖЕНО:

Керівник департаменту
управління якістю освіти
та міжнародних проєктів

Костянтин МОЙСЕЄНКО

Гарант освітньої програми
«Комп'ютерне конструювання
мехатронних систем»

Світлана ГУРКОВСЬКА



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Системний аналіз об'єктів мехатронних систем визначає основні поняття та методології системного аналізу складних взаємопов'язаних об'єктів, які функціонують у відповідності до множин суперечливих критеріїв і цілей за наявності суттєвих ризиків та невизначеностей зовнішніх і внутрішніх чинників. В рамках дисципліни розглядаються методи системного аналізу, зв'язок системного аналізу з моделюванням, застосування методологій системного аналізу при створенні робототехнічних і мехатронних систем, методи отримання інформації від експертів, методології передбачення та сценарного аналізу в задачах прийняття рішень і стратегічного планування.

Вимоги:

- знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.
- вміння відшукувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її.
- вміння аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

Результати навчання:

- здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні;
- аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи;
- знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку;
- планувати і виконувати наукові дослідження, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки;
- здійснювати аналіз і синтез механічних систем роботів та маніпуляторів;
- здійснювати кінематичний та динамічний аналіз механічних систем промислових роботів та маніпуляторів;
- досліджувати та регулювати хід механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.

Організація курсу, форми та методи навчання.

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих семінарських занять і практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від здобувачів вищої освіти очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції. При підготовці рекомендовано також використовувати наукові публікації українською та англійською мовою, а також англійські навчальні матеріали на платформі Kortext.
- Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; їх відвідування є бажаним.
- Від здобувача вищої освіти потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».



– З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

– Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

Мова освітнього процесу: українська, окремі джерела інформації частково англійською.



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Вивчення дисципліни як вибіркового компоненту освітньої програми

Змістовий модуль 1. Аналіз механічних систем роботів та маніпуляторів

Тема 1. Основи структурного аналізу і синтезу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.

Просторові конфігурації. Аналіз ступенів свободи твердого тіла. Основи структурного аналізу і синтезу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів. Вирішення практичних задач з конфігураційного простору. Розрахунок задач просторової конфігурації: топології та представлення.

Тема 2. Основи кінематичного аналізу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.

Визначення положення ланок механізму і траєкторій окремих точок ланок. Визначення кутових швидкостей і прискорень ланок механізму і лінійних швидкостей і прискорень окремих точок шляхом побудови планів. Аналіз рухів твердого тіла. План прискорень механізму з групами першого і другого видів. План швидкостей механізму з групами третього та п'ятого видів. Методи кінематичних діаграм. Графічне диференціювання та інтегрування.

Тема 3. Основи силового аналізу механічних систем.

Сили інерції ланок промислових роботів та маніпуляторів, визначення динамічних сил за величиною та напрямом. Визначення реакції у механізмах з нижчими кінематичними парами. Практичні вправи з передової кінематики.

Тема 4. Основи дослідження та регулювання ходу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів

Визначення моменту інерції маховика. Метричний синтез маховика. Практичні вправи з обертової кінематики.

Змістовний модуль 2. Аналіз та синтез простих та складних механічних систем роботів та маніпуляторів.

Тема 5. Основи аналізу та синтезу простих та складних евольвентних зубчастих передач приводу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.

Визначення розмірів нульового, рівнозміщеного та нерівнозміщеного евольвентного зачеплення. Послідовність розрахунку зубчастого зачеплення при вписуванні в задану міжосьову відстань. Побудова активної частини лінії зачеплення, дуг зачеплення та робочих ділянок профілів зубців. Визначення основних якісних показників зачеплення. Синтез зубчастого механізму приводу механічних систем. Передаточне відношення планетарного (диференціального) механізму. Графічний метод аналізу планетарного (диференціального) механізму. Кінематичний синтез планетарного (диференціального) механізму. Кінематичний аналіз замкнених ланцюгів. Практичні вправи з кінематики замкнених ланцюгів.

Тема 6. Основи аналізу та синтезу кулачкових механізмів механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.

Основні поняття та визначення. Фазові кути кулачка. Кути тиску та передачі руху. Аналіз кулачкових механізмів. Центральний кулачковий механізм. Графічне диференціювання та інтегрування. Позацентровий кулачковий механізм. Синтез кулачкових механізмів. Аналітичний метод побудови профілю кулачка. Динамічний синтез кулачкових механізмів. Практичні вправи з динаміки відкритих ланцюгів.



Тема 7. Генерація траєкторії роботів.

Траєкторії «точка-точка». Прямі шляхи. Масштабування часу прямолінійного шляху. Поліноміальні траєкторії проміжних точок. Масштабування оптимального часу. Фазова площина (s, s). Алгоритм масштабування часу. Варіація алгоритму масштабування часу. Практичні вправи з генерації траєкторії.

Тема 8. Планування руху роботів.

Огляд планування руху. Типи задач планування руху. Властивості планувальників руху. Методи планування руху фундаменти. Конфігурація Космічні перешкоди. Відстань до перешкод і виявлення зіткнень. Графіки та дерева. Пошук по графіку. Повні планувальники шляху. Практичні вправи з планування руху. Практичні вправи на хапання та маніпуляції.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Варіант вивчення дисципліни як вибіркової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Аналіз механічних систем роботів та маніпуляторів						
1	Основи структурного аналізу і синтезу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.	18	2	4	0	12
2	Основи кінематичного аналізу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів.	18	2	4	0	12
3	Основи силового аналізу механічних систем.	18	2	4	0	12
4	Основи дослідження та регулювання ходу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів	18	2	4	0	12
Змістовий модуль 2. Аналіз та синтез простих та складних механічних систем роботів та маніпуляторів.						
5	Основи аналізу та синтезу простих та складних евольвентних зубчастих передач приводу механічних систем промислових роботів та маніпуляторів	18	2	4	0	12
6	Основи аналізу та синтезу кулачкових механізмів механічних систем промислових роботів та	20	2	4	0	14

	маніпуляторів.					
7	Генерація траєкторії роботів.	20	2	4	0	14
8	Планування руху роботів.	20	3	6	0	11
Усього годин		150	17	34	0	99

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

Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва або опис змісту практичної роботи
1	Вирішення практичних задач з конфігураційного простору
2	Розрахунок задач просторової конфігурації: топології та представлення
3	Аналіз рухів твердого тіла
4	Практичні вправи з передової кінематики.
5	Практичні вправи з обертової кінематики
6	Практичні вправи з кінематики замкнених ланцюгів.
7	Практичні вправи з динаміки відкритих ланцюгів.
8	Практичні вправи з генерації траєкторії.
9	Практичні вправи з планування руху.
10	Практичні вправи на хапання та маніпуляції.

Перелік розрахункових, аналітичних, графічних та ін. індивідуальних завдань

У таблиці наведено орієнтовний перелік тематики індивідуального завдання.

№ з/п	Орієнтовний перелік тем для індивідуального завдання
1	Індивідуальне завдання «Вирішення практичних задач з керування роботом»
2	Індивідуальне завдання «Вирішення практичних задач на колісних мобільних роботах»



4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1. Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Всього	
Види контр. точок																			
Робота на практичних заняттях	4	4		4		4		4		4		4		4		4	4	40	
Захист індивідуальних завдань							10									10		20	
Модульні контрольні роботи								20									20	40	
Всього	50							50							100				

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях ПР1. Вирішення практичних задач з конфігураційного простору	Оцінка за роботу на практичному (семінарському) занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж. Мах 4 бали: – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбав навички вирішення практичних задач з конфігураційного простору, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); – оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)
ПР2. Розрахунок задач просторової конфігурації: топології та представлення	Мах 4 бали: – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички розрахунку задач просторової конфігурації: топології та представлення, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали);

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ПР3. Аналіз рухів твердого тіла</p>	<p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p> <p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з аналізу рухів твердого тіла, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p> <p>Мах 4 бали:</p>
<p>ПР4. Практичні вправи з передової кінематики.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з передової кінематики., а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p>
<p>ПР5. Практичні вправи з обертової кінематики</p>	<p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з обертової кінематики, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у</p>

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ПР6. Практичні вправи з кінематики замкнених ланцюгів.</p>	<p>команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p> <p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з кінематики замкнених ланцюгів, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p>
<p>ПР7. Практичні вправи з динаміки відкритих ланцюгів.</p>	<p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з динаміки відкритих ланцюгів, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p>
<p>ПР8. Практичні вправи з генерації траєкторії.</p>	<p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з генерації траєкторії, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та</p>



Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ПР9. Практичні вправи з планування руху.</p> <p>ПР10. Практичні вправи на хапання та маніпуляції.</p>	<p>бути критичним та самокритичним (2 бали) Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none">– здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач з планування руху, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p> <p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none">– здобувач вищої освіти продемонструвати критичне осмислення при виконанні практичного завдання, освоїв методику та придбати навички вирішення практичних задач на хапання та маніпуляції, а також навів аргументовані аналітичні висновки за результатами досліджень, дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповідь на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг стисло формалізувати вербально сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові і пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (2 бали); <p>оцінка ініціативності у роботі над проблемою, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали)</p>
<p>Виконання та захист індивідуального завдання</p> <p>ІН31. Вирішення практичних задач з керування роботом</p>	<p>Підготовлене есе у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля. Невчасно складене</p> <p>Мах 10 балів:</p> <ul style="list-style-type: none">– здобувач вищої освіти підготував есе за ситуаційним завданням з вирішення практичних задач з керування роботом, в якому: правильно визначив проблеми, комплекс факторів, які могли вплинути на їх виникнення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення виходу з проблеми і окреслив можливі перспективи і обмеженість такого рішення; есе структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (4 бали);– есе містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію проблематики ситуаційного завдання аж до міждисциплінарного підходу; використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ІН32. Virшення практичних задач на колісних мобільних роботах</p>	<p>відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (3 бали)</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти під час презентації / захисту есе демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (3 бали) <p>Мах 10 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здобувач вищої освіти підготував есе за ситуаційним завданням з вирішення практичних задач на колісних мобільних роботах, в якому: правильно визначив проблеми, комплекс факторів, які могли вплинути на їх виникнення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення виходу з проблеми і окреслив можливі перспективи і обмеженість такого рішення; есе структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (4 бали); – есе містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію проблематики ситуаційного завдання аж до міждисциплінарного підходу; використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (3 бали) <p>здобувач вищої освіти під час презентації / захисту есе демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (3 бали)</p>
<p>Модульні контрольні роботи</p>	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Перша модульна контрольна робота включає 2 практичні задачі, а друга – блок 20 тестових завдань з матеріалу модуля (мах 20 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність арифметичних розрахунків.</p>

Додаткові зауваження:

– здобувач вищої освіти може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні](#)

документи : Polytechnic (metinvest.university)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій (Академічні політики : Polytechnic (metinvest.university));

– оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

– викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Варіант вивчення як вибіркової	
Форма підсумкового контролю	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; – в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік». <p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> – підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;


– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики системного аналізу (наприклад, Coursera, Udey або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1. Системний аналіз об'єктів робототехніки та мехатроніки : курс лекцій з дисципліни «Системний аналіз робототехніки та мехатроніки» / уклад. Б. М. Цимбал. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 163 с.
2. Системний аналіз об'єктів робототехніки та мехатроніки : навчально-практичний посібник / Б. М. Цимбал, О. О. Койфман, Ю. А. Солод ; ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка». – Одеса : Олді+, 2025. – 156 с.
3. Булгаков В. М., Адамчук В. В., Черниш О. М., Березовий М. Г., Яременко В. В. Теорія механізмів і машин : підручник. Київ : Видавництво «Агроінженерія», 2020. 608 с.
4. Троханяк О. С. Теорія механізмів і машин : навчальний посібник. Київ : Видавництво КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 88 с.

- 
5. Кірієнко О. А. Синтез і аналіз механізму приводу : навчальний посібник. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. 88 с.
 6. Міщенко А. А. Аналіз і синтез просторових механізмів : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. 230 с.
 7. Скоропад О. І., Лисенко П. Г. Основи робототехніки : навчальний посібник. Львів : Видавництво ЛНУ, 2021. 342 с.
 6. Ковальчук С. І., Орлов В. М. Паралельні маніпулятори: моделювання і оптимізація. Дніпро : ДНУ ім. О. Гончара, 2020. 256 с.

Додаткові

7. Технічні науки та технології: науковий журнал / Національний університет «Чернігівська політехніка». – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка». <http://tst.stu.cn.ua/issue/view/16026/8928>.
8. Ковальов Ю.А., Кошель С.О., Манойленко О.П. Проектування промислових роботів та маніпуляторів. : навчальний посібник / Ю.А. Ковальов, С.О. Кошель, О.П. Манойленко. – Київ: «Центр учбової літератури», 2022. – 256 с.
9. Ceccarelli M. Fundamentals of Mechanics of Robotic Manipulation. Second Edition. Rome : Springer Cham, 2022. 381 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-90848-5>.
10. Scalera L, Giusti A, Vidoni R. Trajectory Planning for Intelligent Robotic and Mechatronic Systems. Applied Sciences. 2024; 14(3):1179. <https://doi.org/10.3390/app14031179>.
11. Wu, X. Analysis of robot joint rotation error for manufacturing and mechatronics integration. Int J Interact Des Manuf 18, 2503–2516 (2024). <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01722-w>.
12. Nazarova, O., Osadchyy, V., Hutsol, T. et al. Mechatronic automatic control system of electropneumatic manipulator. Sci Rep 14, 6970 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56672-4>.
13. Цимбал Б.М. Робототехніка та штучний інтелект: заходи з безпеки та джерела загроз Комунальне господарство міст , 3 (184), 250–258. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-250-258>.
14. Цимбал Б.М., Сичов В.В. Особливості роботизації металургійного виробництва Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія: Технічні науки. Одеса : Видавничий дім «Гельветика». 2024. № 1. С. 25-31.

Web-ресурси

15. [BYM on-line](#).
16. [Prometheus](#).
17. [EdEra](#).
18. [Освітній хаб міста Києва](#).
19. [Future Learn](#).
20. [Robotics: Aerial Robotics | Coursera](#)
21. [Robotics: Computational Motion Planning | Coursera](#)
22. [Robotics: Mobility | Coursera](#)
23. [Robotics: Perception | Coursera](#)
24. [Robotics: Estimation and Learning | Coursera](#)
25. [Robotics: Capstone | Coursera](#)
26. [CPS Design for Mechatronics, Healthcare, EV & Robotics | Coursera](#).

6. АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)