



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Ідентифікація, моделювання об'єктів та елементи системного
аналізу»

Затверджено на засіданні кафедри
автоматизації, електро- та
робототехнічних систем
Протокол № 1 від «03» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

- 1 МІРОШНИЧЕНКО Вікторія, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем.
- 2 КОСТІКОВ Олександр, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри цифрових технологій та проєктно-аналітичних рішень

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані
технології в металургії
та гірництві»

Вікторія МІРОШНИЧЕНКО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Олексій КОЙФМАН

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу.

Сучасний етап розвитку промисловості характеризується підвищенням вимог до якості підготовки фахівців у галузі автоматизованого управління технологічними процесами. Особливо актуальним стає формування компетентностей, пов'язаних з первинним етапом проектування АСУ ТП – розробкою та аналізом математичних моделей технологічних процесів та систем. Складність, слабо виражена внутрішня структура, нестаціонарність та ціла низка інших особливостей сучасних технологічних процесів зумовлюють необхідність в розробці, вивченні та освоєнні нових концепцій, пов'язаних з моделюванням та ідентифікацією об'єктів автоматизації та систем, що складає зміст цього курсу.


Саме тому сучасному етапі навчальна дисципліна «Ідентифікація, моделювання об'єктів та елементи системного аналізу» є одним з обов'язкових напрямків підготовки фахівців з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій до ефективної роботи з експлуатації та розробки автоматизованих систем управління технологічними процесами та технічних систем різноманітних класів.

Вимоги:

- базові знання з вищої математики, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, теорії автоматичного управління.
- 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).

Програмні результати навчання:

- вміння застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси;
- вміння застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування з використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- вміння використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки;
- вміння проводити аналіз стану технологічних об'єктів, класифікувати та описувати роботу систем автоматизації із використанням аналітичних методів та методів моделювання, розробляти та налагоджувати автоматизовані системи управління з врахуванням змінних у часі технологічних параметрів.
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність застосовувати знання математики в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;
- здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування;
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних



моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;

– здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

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 практичних занять з відпрацювання навичок ідентифікації технологічних об'єктів – з іншого.

– Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів 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.

– Практичні заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій, синтетичних наборів даних і наборів даних вільного доступу, розв'язання задач ідентифікації технологічних об'єктів та моделювання складних систем, розбір реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу; їх відвідування є бажаним.

– Від студента 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, англійська (окремі джерела інформації).



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Для варіанту вивчення як обов'язкової та вибіркової

Змістовий модуль 1. Основи системного аналізу складних систем управління та моделювання систем

Тема 1. Основні поняття системного аналізу і моделювання.

Визначення системного аналізу. Зміст предмета системний аналіз. Сутність і принципи системного підходу. Цілі системного аналізу. Поняття системи та складної системи. Ознаки складних систем. Поняття моделювання. Співвідношення між моделлю та системою. Види моделей та їхня класифікація за різними критеріями. Вимоги до моделей. Процес побудови математичної моделі. Аналітичне моделювання. Приклади побудови аналітичних математичних моделей: процес коливань пружного маятника, процес переносу тепла.

Тема 2. Структурний аналіз складних систем управління.

Функціональна, організаційна та технічна структура складних систем управління (ССУ). Формалізація опису структури системи на основі графових моделей. Структурний аналіз об'єкту. Моделювання технічної структури ССУ. Декомпозиція технічної структури ССУ.

Тема 3. Системний аналіз процесу управління в складних системах.

Системний аналіз багаторівневих ієрархічних структур. Класи задач та види управління. Типові функціональні структури систем управління.

Тема 4. Моделювання процесу функціонування складних систем управління.

Формальний опис процесу функціонування ССУ. Опис процесу функціонування ієрархічної системи управління технологічним комплексом (ТК). Агрегативні моделі функціонування ССУ.

Тема 5. Координація, інформаційні характеристики, прийняття рішень в ССУ.

Постановка задачі координації в дворівневій структурі. Процедури та алгоритми координації. Інформація в задачах управління. Класифікація та визначення видів інформації в ССУ. Ентропійно-інформаційні співвідношення процесу управління. Проблема вибору та прийняття рішень. Моделі прийняття рішень в складних системах управління. Системи підтримки прийняття рішень.

Тема 6. Синтез складних систем управління.


Постановка задачі. Методи архітектурного та системо-технічного синтезу. Синтез оптимальної технічної структури системи управління. Застосування штучних нейронних мереж в системах управління. Методи реінжинірингу при створенні складних систем управління. Методи дослідження операцій в системному аналізі.

Тема 7. Імітаційне моделювання.

Статистичне імітаційне моделювання. Генерація псевдовипадкових величин. Метод середини квадрату. Лінійний конгруентний метод. Моделювання випадкових подій та дискретних величин. Моделювання нормально розподіленої випадкової величини. Метод, що будується на основі центральної граничної теореми. Метод статистичних випробувань. Метод Монте-Карло. Напрямки використання імітаційного моделювання. Класи задач імітаційного моделювання. Основні етапи побудови імітаційної моделі. Опис концептуальної моделі та перевірка її достовірності.

Тема 8. Моделі в гірничо-металургійному виробництві.

Моделі в агломераційному виробництві. Моделі в доменному виробництві. Моделі в сталеплавильному мартенівському виробництві. Моделі в конверторному виробництві. Моделі при безпосередньому розливанні сталі. Моделі в прокатному



виробництві. Моделі в коксохімічному виробництві. Моделі випалення вапняку. Моделі збагачення руд.

Змістовий модуль 2. Методи ідентифікації технологічних об'єктів.

Тема 9. Основні положення теорії ідентифікації та математичні моделі технічних систем

Основні поняття і визначення теорії ідентифікації. Постановка задачі ідентифікації технологічного об'єкта. Класифікація методів ідентифікації. Класифікація моделей об'єктів управління. Статичні моделі об'єктів управління. Лінійні динамічні неперервні параметричні моделі. Лінійні динамічні дискретні параметричні моделі. Нелінійні динамічні моделі. Математичні моделі в просторі станів. Математичні моделі в просторі станів. Структуровані моделі. Математичні моделі на базі матричних операторів. Керованість, спостережуваність та ідентифікованість моделей.

Тема 10. Методи оцінювання структури технологічного об'єкта.

Формулювання задачі і оцінювання структури об'єкта Н-методом. Виділення математичної моделі об'єкта з середовища змінних. Формулювання задачі і оцінювання структури об'єкта К-методом. Метод групового обліку аргументів при оцінюванні структури об'єкта. Визначення структури моделі при різній кількості вимірювань змінних.

Тема 11. Методи непараметричної ідентифікації технологічних об'єктів.

Загальний підхід до методів непараметричної ідентифікації. Визначення передатної функції по часовим характеристикам об'єкта. Визначення передатної функції по частотним характеристикам об'єкта. Кореляційний метод ідентифікації. Ідентифікація параметрів об'єкту спектральним методом. Вплив адитивного шуму на результати ідентифікації.

Тема 12. Ідентифікація об'єктів за передаточною функцією на основі методу площин

Ідентифікація об'єктів регулювання з самовирівнюванням. Ідентифікація об'єктів регулювання без самовирівнювання. Визначення параметрів моделі за площинами. Визначення площин за перехідною кривою. Обрахування моментів чисельними методами. Визначення порядку передаточної функції.

Тема 13. Методи параметричної ідентифікації технологічних об'єктів.

Загальний підхід до оцінювання параметрів технологічних об'єктів. Оцінювання параметрів об'єктів методом найменших квадратів. Використання методу найменших квадратів в задачах ідентифікації. Оцінювання параметрів об'єктів методом допоміжних змінних. Оцінювання параметрів об'єктів методом максимальної правдоподібності. Оцінювання параметрів об'єктів методом стохастичної апроксимації. Порівняльна характеристика рекурентних методів ідентифікації. Особливості параметричної ідентифікації в замкнутих системах.

Тема 14. Ідентифікація при наявності аномальних завод.


Ідентифікація за умов апіорної невизначеності. Робастні методи ідентифікації.

Тема 15. Оцінювання стану об'єкта ідентифікації та порядок обліку реальних умов ідентифікації.

Загальний підхід до задачі оцінювання змінних стану об'єкта. Оптимальний спостерігач повного порядку. Спостерігач стану пониженого порядку. Врахування пропущених вимірювань та зворотних зв'язків об'єкта. Визначення трендів, порядків та запізнь об'єкта. Визначення якості ідентифікації.

Тема 16. Математичне моделювання та ідентифікація технологічних процесів теплової обробки матеріалів.

Математичні моделі теплофізичних процесів теплової обробки матеріалів і їх використання. Приклади моделей технологічних процесів: нагрів металу в прохідних



печах, теплові процеси обробки матеріалів в псевдозрідженому шарі, температурного процесу коксування вугілля, безперервного розливання сталі. Ідентифікація параметрів математичних моделей теплофізичних процесів теплової обробки матеріалів. Теоретико-імовірнісний аналіз динаміки технологічних процесів теплової обробки матеріалів.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Для варіанту вивчення як обов'язкової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Основи системного аналізу складних систем управління та моделювання систем.						
1.	Тема 1. Основні поняття системного аналізу і моделювання.	9	2	2	0	5
2.	Тема 2. Структурний аналіз складних систем управління.	9	2	2	0	5
3.	Тема 3. Системний аналіз процесу управління в складних системах.	9	2	2	0	5
4.	Тема 4. Моделювання процесу функціонування складних систем управління.	9	2	2	0	5
5.	Тема 5. Координація, інформаційні характеристики, прийняття рішень в ССУ.	9	2	2	0	5
6.	Тема 6. Синтез складних систем управління.	9	2	2	0	5
7.	Тема 7. Імітаційне моделювання.	9	2	2	0	5
8.	Тема 8. Моделі в гірничо-металургійному виробництві.	9	2	2	0	5
Змістовний модуль 2. Методи ідентифікації технологічних об'єктів.						
9.	Тема 9. Основні положення теорії ідентифікації та математичні моделі технічних систем	9	2	2	0	5
10.	Тема 10. Методи оцінювання структури технологічного об'єкта.	9	2	2	0	5
11.	Тема 11. Методи непараметричної ідентифікації технологічних об'єктів.	10	2	2	0	6
12.	Тема 12. Ідентифікація об'єктів за передаточною функцією на основі методу площин	10	2	2	0	6
13.	Тема 13. Методи параметричної ідентифікації технологічних об'єктів.	10	2	2	0	6
14.	Тема 14. Ідентифікація при наявності аномальних завод.	10	2	2	0	6
15.	Тема 15. Оцінювання стану об'єкта ідентифікації та порядок обліку реальних умов ідентифікації.	10	2	2	0	6
16.	Тема 16. Математичне моделювання та ідентифікація технологічних процесів теплової обробки матеріалів	10	2	2	0	6
Усього годин		150	32	32	-	86

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

Для варіанту вивчення як вибіркової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1 Основи системного аналізу складних систем управління та моделювання систем.						
1.	Тема 1. Основні поняття системного аналізу і моделювання.	9	2	2	0	5

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
2.	Тема 2. Структурний аналіз складних систем управління.	9	2	2	0	5
3.	Тема 3. Системний аналіз процесу управління в складних системах.	9	2	2	0	5
4.	Тема 4. Моделювання процесу функціонування складних систем управління.	9	2	2	0	5
5.	Тема 5. Координація, інформаційні характеристики, прийняття рішень в ССУ.	9	2	2	0	5
6.	Тема 6. Синтез складних систем управління.	9	2	2	0	5
7.	Тема 7. Імітаційне моделювання.	9	2	2	0	5
8.	Тема 8. Моделі в гірничо-металургійному виробництві.	9	2	2	0	5
Змістовний модуль 2. Методи ідентифікації технологічних об'єктів.						
9.	Тема 9. Основні положення теорії ідентифікації та математичні моделі технічних систем	11	4	4	0	3
10.	Тема 10. Методи оцінювання структури технологічного об'єкта.	9	2	2	0	5
11.	Тема 11. Методи непараметричної ідентифікації технологічних об'єктів.	9	2	2	0	5
12.	Тема 12. Ідентифікація об'єктів за передаточною функцією на основі методу площин	9	2	2	0	5
13.	Тема 13. Методи параметричної ідентифікації технологічних об'єктів.	9	2	2	0	5
14.	Тема 14. Ідентифікація при наявності аномальних завод.	10	2	2	0	5
15.	Тема 15. Оцінювання стану об'єкта ідентифікації та порядок обліку реальних умов ідентифікації.	11	4	4	0	5
16.	Тема 16. Математичне моделювання та ідентифікація технологічних процесів теплової обробки матеріалів	10	2	2	0	5
Усього годин		150	36	36	-	78

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Для варіанту вивчення як обов'язкової

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

Для варіанту вивчення як вибіркової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього
Види контр. точок																			
Робота на практичних заняттях					5		5				3		3			4			20
Складання індивідуальних завдань								20										20	40
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 ПР 1. Матричні операції в системному аналізі	<p>Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується після завантаження звіту з роботи в Moodle і може бути оскаржена одразу ж.</p> <p>Мах 5 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав правильне рішення поставленої задачі, продемонстрував знання допустимих операцій над матрицями, вміння знаходити добуток матриць, обернену матрицю, власні числа і власні вектори матриць, матричну експоненту вручну і з використанням системи MATLAB (4 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 (1 бал)
ПР 2. Побудова моделей систем у просторі станів	<p>Мах 5 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав правильне рішення поставленої задачі, продемонстрував знання понять простору станів, передатної функції, вектору станів, формул представлення типових ланок у вигляді системи, представлення моделі динамічної системи у просторі станів, вміння розраховувати матрицю передатних функцій за моделлю у просторі станів, визначати матриці системи за передатною функцією високого порядку, будувати розгінну характеристику для заданої системи(4 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 (1 бал)
ПР 3. Ідентифікація параметрів електромеханічної системи за перехідною функцією	<p>Мах 3 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав правильне рішення поставленої задачі, продемонстрував знання таких понять як структурна схема об'єкту, аперіодичний перехідний процес, постійні часу об'єкта, вміння будувати структурну схему об'єкта в середовищі MATLAB(Simulink), визначати передавальну функцію замкнутої системи за заданими перехідними функціями структурних блоків, моделювати перехідний процес з використанням MATLAB(Simulink), ідентифікувати постійні часу об'єкта за перехідною функцією та помилкою в сталому процесі (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 (1 бал)
ПР 4. Ідентифікація параметрів електромеханічної системи за перехідною функцією	<p>Мах 3 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав правильне рішення поставленої задачі, продемонстрував знання таких понять як амплітуда, фаза, частота, амплітудно частотна, амплітудно-фазова частотна характеристики вихідного сигналу, вміння досліджувати поведінку об'єкту в частотній області, будувати амплітудно частотні та амплітудно-фазово частотні характеристики вихідного сигналу, ідентифікувати параметри об'єкту в частотній області (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 (1 бал)
ПР 5. Ідентифікація параметрів	<p>Мах 4 бали:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент дав правильне рішення поставленої задачі, продемонстрував знання таких понять як імпульсна характеристика динамічної системи, рівняння Вінера-Хопфа, автокореляційна, взаємно-

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
електромеханічної системи за перехідною функцією	<p>кореляційна функції, вміння визначати чисельними методами імпульсну характеристику системи із рівняння Вінера-Хопфа, апроксимувати функцію за допомогою Curve Fitting Toolbox системи MATLAB, обирати найкращий апроксимуючий поліном і обґрунтовувати його вибір (3 бали);</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 (1 бал)
<p>Виконання та захист індивідуального завдання</p> <p>ІН31. Застосування системного підходу при рішенні математичних задач</p> <p>ІН32. Параметрична ідентифікація нелінійних систем</p>	<p>Підготовлений звіт 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.</p> <p>Max 20 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент підготував звіт відповідно індивідуального завдання, в якому: правильно склав схему дій для досягнення локальних цілей(рішення алгебраїчних нерівностей) з описом взаємозв'язків елементів, відповідно до загальної методології системного дослідження, визначив послідовність дій для знаходження невідомих значень, побудував модель для рішення системи лінійних нерівностей в середовищі Simulink, представив висновки по результатам виконання індивідуального завдання (7 балів); – звіт містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію розв'язання задачі з використанням принципів і методології системного підходу; однак в разі, якщо відповідь не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (7 балів) – студент під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (6 бали) <p>Max 20 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> – студент підготував звіт відповідно індивідуального завдання, в якому: правильно визначив вхідні сигнали, розрахував реакцію(вихідні сигнали), провів параметричну ідентифікацію, обравши структуру моделі, здійснив верифікацію моделі, розробив схему моделі на основі визначених параметрів, зробив порівняння відгуків об'єкту і моделі (7 балів); – звіт містить комплексну, логічну і оригінальну пропозицію розв'язання задачі засобів параметричної ідентифікації системи MATLAB; однак в разі, якщо відповідь не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (7 балів) – студент під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (6 бали)
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 20 хв. 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.</p> <p>Перша МКР містить 3 теоретичних питання і 1 задачу. Відповіді на завдання першої МКР надаються у вигляді есе. Відповіді на теоретичні питання оцінюються по 4 бали за кожне, рішення задачі оцінюється по 8 балів. Друга МКР містить 3 завдання: одне теоретичне питання та 2 задачі. Теоретичне питання оцінюється по 6 балів, кожна задача – по 7 балів. Максимальна оцінка за кожну модульну роботу становить 20 балів.</p> <p>При оцінюванні теоретичних питань оцінюється правильність, повнота і обґрунтованість відповіді. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильний вибір функцій MATLAB.</p>

Додаткові зауваження:

– студент 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 обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набрали 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до завершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	<p>Для варіанту заліку:</p> <p>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;</p> <p>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> <p>Для варіанту екзамену:</p> <p>– 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:</p> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{0 + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; До складу завдань екзамену (100 балів) входять 2 теоретичні запитання (20 балів за кожне) та 4 задачі (15 балів за кожену) Теоретичні питання оцінюються за правильністю, повнотою та обґрунтуванням відповіді, при розв'язанні задач оцінюються логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність вибору відповідних функцій MATLAB, аналіз результатів рішення. Екзамен оцінює знання студентами принципів і методології системного підходу для аналізу і побудови складних систем управління, здібності студентів моделювати складні об'єкти управління, а також застосовувати методи ідентифікації для побудови математичних моделей функціонування складних систем. На складання екзамену надається 2 спроби.	

Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))

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 навчальної 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		
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 засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх кваліфікаційних рівнях або інших дисциплінах, то кредити та оцінка з даної дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– 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 штучного інтелекту та інтелектуального аналізу даних (наприклад, Coursera, UdeMy 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. Виклюк Я. І., Камінський Р. М., Пасічник В. В. Моделювання складних систем : посібник. Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. 404 с.
2. Руденко В. М., Сердюк О. О., Разживін О. В. Ідентифікація і моделювання об'єктів автоматизації : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». Краматорськ : ДДМА, 2017. 226 с.
3. Коваль А. В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів : навч. посібник. Житомир : ЖДТУ, 2018. 133 с.
4. Subrahmanyam A., Rao G. P. Identification of Continuous-Time Systems. CRC Press LLC, 2020. 128 p. <https://read.kortext.com/inventory/search/876771>.
5. Nelles O. Nonlinear Dynamic System Identification. Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks, Fuzzy Models, and Gaussian Processes. Cham : Springer International Publishing, 2020. P. 831–891. DOI: 10.1007/978-3-030-47439-3_19.

Додаткові

1. Isermann R. System Identification. Amsterdam : Elsevier, 2014. 93 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/112465>.
2. Nelles O. Nonlinear System Identification. Berlin, Heidelberg : Springer Nature, 2013. 785 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1658729>.
3. Giri F., Bai E.-W. Block-oriented Nonlinear System Identification. London : Springer, 2010. 425 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1578354>.
4. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів : методичні вказівки до виконання комплексного завдання для студентів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / укладач: Т. Д. Марколенко. Одеса : ДУІТЗ, 2021. 43 с.
5. System Identification Advances and Case Studies. Elsevier, 1977. 606 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/13172>.
6. Разживін О., Люта А., Марков О., Картамишев Д., Мирошніченко В., Ільїнський М. Моделювання та удосконалення сенсорної мережі системи обліку споживання енергетичних ресурсів у мікрорайоні. *Технічні науки та технології*. 2023. № 1 (31). С. 138–145. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1\(31\)-138-145](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1(31)-138-145).
7. Miroshnichenko V., Simkin A. An integrated approach to improve effectiveness of industrial multi-factor statistical investigations. *Proceedings of The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020)*, Zaporizhzhia, Ukraine, April 27-May 1, 2020. Volume 2608. 2020. P. 526-535. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2608/paper40.pdf>.
8. Мірошніченко В., Сімкін О. An analytic modeling the air-mist secondary cooling for continuously cast slabs. *Наукові нотатки*. 2019. № 66. С. 251-255. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2019_66_39.
9. Букетов А. В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем. Тернопіль : СМП «Тайп». 2009. 260 с.
10. Ljung L. System Identification. Theory For the User. 2-d ed. N.J. : PTR Prentice Hall, 1999.
11. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 308 с.
12. Ладанюк А. П., Смітюх Я. В., Власенко І. О. Системний аналіз складних систем управління : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2013. 274 с.



Web-ресурси

1. System Dynamics and Controls : UdeMy. URL: [System Dynamics and Controls | UdeMy Business](#) (дата звернення: 17.08.2024).
2. Self-Paced Online Courses : MATLAB. URL: <https://matlabacademy.mathworks.com/?page=1> (дата звернення : 17.08.2024).
3. What Is System Identification? / System Identification, Part 1 : MATLAB : YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Z1QS6FsxrJI> (дата звернення: 17.08.2024).
4. System Identification - an overview : ScienceDirect Topics URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/system-identification> (дата звернення: 17.08.2024).
5. Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
6. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: www.nbuv.gov.ua (дата звернення: 20.08.2024).
7. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
8. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2024).
9. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
10. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 20.08.2024).
11. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).

6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; 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](#)