

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

«ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ»

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

Запоріжжя 2024



#### УКЛАДАЧІ:

РАЗЖИВІН Олексій, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем

ШРАМКО Юрій, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем

ІСАЄВ Андрій, старший викладач кафедри автоматизації, електро- та робототехнічних систем

#### 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.** Теорія автоматичного регулювання (ТАР) – фундаментальна дисципліна блоку професійного ядра, яка покликана надати теоретичні поняття основ функціонування систем автоматичного регулювання технологічних параметрів виробництв гірничо-металургійної галузі. Завдяки оволодінню знаннями принципів ТАР Ви зможете досліджувати об'єкти автоматизації та обирати відповідні алгоритми регулювання для аналізу та синтезу систем автоматичного регулювання.

Особливістю дисципліни є охоплення відомостей як про лінійні системи автоматичного регулювання як принципової бази ТАР, так і дослідження властивостей та впливу типових нелінійностей на роботу автоматичних систем регулювання, що характеризують реальні умови промислового виробництва. Крім цього курс охоплює особливості роботи й методи розрахунку дискретних, оптимальних й адаптивних автоматичних систем регулювання.

Дисципліна є обов'язковою для вивчення здобувачами бакалаврського рівня вищої освіти за освітньою програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехнічні системи в металургії та гірництві», оскільки отримані знання можуть бути застосовані при проектуванні систем автоматизованого управління технологічними процесами. У разі якщо студент вивчав цю дисципліну раніше недоцільно вибирати її як вибірккову.

Дисципліна ТАР займає центральне місце в освітній програмі. Набуті знання є базою для вивчення таких дисциплін як проектування систем автоматизації, автоматизація об'єктів гірничо-металургійної галузі, ідентифікації та моделювання об'єктів, курсового та дипломного проектування.

### **Вимоги:**

– відповідні до бакалаврського рівня освіти знання з математики: лінійна алгебра, комплексні числа, похідні, диференціальне, інтегральне та операційне обчислення, матрична алгебра, функції багатьох змінних, функціональні ряди, числові методи.

– базові знання з фізики: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика і магнетизм, основи електродинаміки, колювання і хвилі;

– ІТ-навички: використання Microsoft Word, Excel та Visio, базові знання з алгоритмізації та програмування;

– 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:**

– вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування;

– вміти 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 із використанням новітніх комп'ютерних технологій;

– вміти 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;

– вміти 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 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.

#### **Організація курсу, форми та методи навчання.**

- Освітній процес передбачає комбінацію лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних і лабораторних занять з відпрацювання відповідних навичок – з іншого.

- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалами перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття, консолідуючи пояснення 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 та лабораторні заняття передбачають відпрацювання навичок досліджень та розрахунків для умовно змодельованих елементів систем автоматизації; їх відвідування є бажаним.

- Студенту слід 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 дисципліни як обов'язкової*

### ***Змістовий модуль № 1. Теоретичні основи та елементарні ланки***

#### **Тема 1. Вступ до курсу «Теорія автоматичного регулювання»**

Вступ. Предмет та задачі курсу. Етапи розвитку теорії автоматичного регулювання. Основні поняття і визначення ТАР. Структура та класифікація систем автоматичного регулювання. Класифікації систем автоматичного керування.

#### **Тема 2. Математичний опис лінійних систем автоматичного керування**

Постановка задачі. Методика формалізованого опису елементів і систем. Поняття ланки. Статичні характеристики ланки. Лінеаризація. Типові збурювальні впливи. Динамічні характеристики ланки: диференціальне рівняння, передавальна функція, перехідна характеристика, крива розгону, імпульсні характеристики (ідеальні та реальні), частотні характеристики (комплексно-частотна, амплітудно-частотна, фазочастотна), логарифмічні частотні характеристики.

#### **Тема 3. Типові елементарні ланки**


Поняття елементарних ланок та їхні види. Пропорційна ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Аперіодична ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Ідеальна інтегруюча ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Реальна інтегруюча ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Ідеальна диференціююча ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Реальна диференціююча ланка та її диференційне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Ланка чистого запізнювання та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Ланки другого порядку. Аперіодична ланка другого порядку та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Коливальна ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики. Консервативна ланка та її диференціальне рівняння, передавальна функція, статична характеристика, часові характеристики, частотні характеристики.

#### **Тема 4. Структурні схеми систем автоматичного регулювання та їх перетворення**

Поняття структурної схеми та її складові. Правила перетворення структурних схем. Послідовне з'єднання ланок. Паралельне з'єднання ланок. Зустрічно-паралельне з'єднання ланок (ланка, охоплена зворотним зв'язком). Допоміжні правила перетворення структурних схем. Формула Мейсона. Передавальна функція типової одноконтурної САР.

### ***Змістовий модуль № 2. Об'єкти керування та регулятори***

#### **Тема 5. Об'єкти регулювання із самовирівнюванням**



Поняття об'єкта регулювання. Аналітичні дослідження об'єктів регулювання. Експериментальне дослідження об'єктів керування. Пасивні й активні методи дослідження. Типові сигнали, які подають для експериментального дослідження. Об'єкти керування із самовирівнюванням (статичні) та їх особливості. Методика проведення експерименту для визначення кривої розгону статичного об'єкта керування. Обробка кривої розгону статичного об'єкта керування за допомогою дотичної. Обробка кривої розгону за допомогою двох точок. Параметри статичного об'єкта керування, їх розмірність і фізичний зміст. Математичні моделі статичного об'єкта керування при апроксимації двома й трьома ланками. Методика проведення експерименту для визначення реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування. Обробка реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування методом перестроювання. Обробка реальної імпульсної характеристики статичного об'єкта керування методом площин.

### **Тема 6. Об'єкти регулювання без самовирівнювання**

Об'єкти керування без самовирівнювання (астатичні) та їх особливості. Методика проведення експерименту для визначення кривої розгону астатичного об'єкта керування. Обробка кривої розгону астатичного об'єкта регулювання за допомогою дотичної. Параметри астатичного об'єкта регулювання, їх розмірність і фізичний зміст. Математичні моделі астатичного об'єкта керування при апроксимації двома й трьома ланками.

### **Тема 7. Експериментальне визначення частотних характеристик об'єктів регулювання**

Типові сигнали, які подають для експериментального дослідження частотних характеристик об'єктів регулювання. Методика проведення експерименту для визначення частотних характеристик об'єктів керування. Амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика статичного об'єкта керування. Визначення параметрів статичного об'єкта керування по його амплітудно-фазовій характеристиці. Амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика астатичного об'єкта керування. Визначення параметрів астатичного об'єкта керування по його амплітудно-фазовій характеристиці.

### **Тема 8. Закони регулювання**

Поняття закону регулювання. Лінійні закони регулювання: П, І, ПІ, ПД і ПІД закони регулювання. П-регулятор, його диференціальне рівняння, передавальна функція, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. І-регулятор, його диференціальне рівняння, передавальна функція, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. ПІ-регулятор, його диференціальне рівняння, передавальна функція, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. ПД-регулятор, його диференціальне рівняння, передавальна функція, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. ПІД-регулятор, його диференціальне рівняння, передавальна функція, крива розгону, амплітудно-частотна, фазо-частотна і амплітудно-фазова характеристика. Параметри налаштування регуляторів, їхня розмірність і фізичний зміст. Урахування інерційності виконавчих механізмів регуляторів.



## **Змістовий модуль № 3. Автоматичні системи керування**

### **Тема 9. Автоматичні системи регулювання**

Автоматичні системи регулювання (АСР). Структурні схеми АСР. Комбінована замкнута АСР її структурна схема та передавальні функції по каналу завдання і каналу збурення по навантаженню. Замкнута АСР її структурна схема та передавальні функції по каналу завдання і каналу збурення по навантаженню. Комбінована розімкнута АСР її структурна схема та передавальні функції по каналу завдання і каналу збурення по навантаженню. Розімкнута АСР її структурна схема та передавальні функції по каналу завдання і каналу збурення по навантаженню. Інваріантні АСР. Вимоги інваріантності. Статичні й астатичні АСР. Перехідні процеси в АСР. Рівняння перехідних процесів. Аналіз параметрів, які впливають на перехідні процеси. Аперіодичні і коливальні перехідні процеси. Перехідні процеси по навантаженню і по завданню. Перехідні процеси по навантаженню та їхні якісні показники. Перехідні процеси по завданню та їхні якісні показники.

### **Тема 10. Стійкість АСР**

Поняття стійкості. Механічні приклади стійкості систем. Оцінка стійкості АСР по коріннях характеристичного рівняння. Оцінка стійкості АСР по кореневому годографу. Критерій стійкості Рауса-Гурвіца. Аналіз стійкості АСУ за допомогою критерія стійкості Гурвіца. Критерій стійкості Найквіста. Фізична трактовка критерій стійкості Найквіста. Виділення областей стійкості. Гіпербола Вишнеградського. Запас стійкості системи по модулю. Запас стійкості системи по фазі. Приклади вирішення задач по стійкості за допомогою критерія стійкості Найквіста.

### **Тема 11. Аналіз АСР**

Аналіз АСР 1 й 2 порядків (передавальні функції, процеси регулювання, зміна керуючого впливу регулятора). Вплив коефіцієнту передачі регулятора на характер перехідного процесу. Вплив інтегральної та диференціальної складової закону регулювання на властивості АСР. Вплив параметрів об'єкта керування на характер перехідного процесу й показники системи. Залежність між показниками якості системи й коефіцієнтом передачі регулятора. Керування показниками якості процесів регулювання шляхом зміни параметрів налаштування регуляторів.

### **Тема 12. Синтез АСР**

Поняття й завдання синтезу. Вивчення об'єкта регулювання. Вибір структури регулятора. Визначення ступеня віддалення системи від границі стійкості (типові оптимальні процеси регулювання). Розрахунок параметрів налаштування регуляторів: спрощеним методом; методом розширених АФХ; методом М-критерію; методом, що забезпечує запас стійкості системи по модулю.

### **Тема 13. Розрахунок процесів регулювання**

Методи розрахунку процесів регулювання в АСР. Розрахунок регульованої величини статичного об'єкта керування чисельним методом на ЕОМ. Розрахунок регульованої величини астатичного об'єкта керування чисельним методом на ЕОМ. Розрахунок керуючого впливу ПІ-регулятора чисельним методом на ЕОМ. Розрахунок керуючого впливу ПД-регулятора чисельним методом на ЕОМ. Розрахунок керуючого впливу ПІД-регулятора чисельним методом на ЕОМ. Алгоритми розрахунку процесу регулювання по навантаженню. Алгоритми розрахунку процесу регулювання по завданню.



## **Змістовий модуль № 4. Нелінійні системи автоматичного керування**

### **Тема 14. Нелінійні АСР**

Класифікація нелінійних АСР. Типові нелінійності. Нелінійність типу обмеження. Нелінійність типу нечутливість. Нелінійність типу сумісне обмеження з нечутливістю. Нелінійність типу люфт. Нелінійність типу екстремум. Нелінійність типу ідеальне двопозиційне реле. Нелінійність типу реальне двопозиційне реле. Нелінійність типу ідеальне трипозиційне реле. Нелінійність типу реальне трипозиційне реле. Особливості динаміки нелінійних АСР.

Методи аналізу нелінійних АСР. Сутність методу гармонійної лінеаризації. Дослідження нелінійних об'єктів управління. Дослідження АСР методом двох годографів.

### **Тема 15. Супутні нелінійності**

Вплив супутніх нелінійностей на динамічні властивості АСР.

Вплив обмежень керуючого впливу на динамічні властивості АСР. Аналіз впливу обмежень керуючого впливу методом гармонійної лінеаризації.

Вплив нечутливості регулятора на динамічні властивості АСР. Аналіз впливу нечутливості регулятора методом гармонійної лінеаризації.

Спільний вплив обмежень керуючого впливу і нечутливості регулятора на властивості АСР. Аналіз спільного впливу обмежень керуючого впливу і нечутливості регулятора методом гармонійної лінеаризації.

Вплив люфту регулятора на властивості АСР. Аналіз впливу люфту методом гармонійної лінеаризації.

### **Тема 16. Дискретні АСР**

Класифікація дискретних АСР. Квантування вхідних сигналів у дискретних АСР.

Імпульсні й цифрові АСР. Види й характеристики імпульсних сигналів. Способи модуляції в імпульсних АСР. Визначення періодів квантування в імпульсних й цифрових АСР. Прогнозування в цифрових й імпульсних АСР. Багатоканальне регулювання. Переваги й галузь застосування імпульсних і цифрових АСР.

Релейні АСР. Дослідження релейних АСР методом гармонійної лінеаризації й фазової площини. Процеси регулювання в релейних АСР, їхній розрахунок і побудова. Процеси регулювання в АСР з ідеальними релейними регуляторами. Процеси регулювання в АСР з реальними релейними регуляторами. Процеси регулювання в релейних АСР із статичними об'єктами керування. Процеси регулювання в релейних АСР з астатичними об'єктами керування. Показники якості релейних АСР й способи їхнього визначення. Область застосування релейних регуляторів. Дослідження релейних АСР методом фазової площини.

Цифрові АСР.


*Для варіанту вивчення дисципліни як вибіркової*

## **Змістовий модуль № 1. Теоретичні основи та елементарні ланки**

### **Тема 1. Вступ до курсу «Теорія автоматичного регулювання»**

Вступ. Предмет та задачі курсу. Основні поняття і визначення ТАР. Структура та класифікація систем автоматичного регулювання. Класифікації систем автоматичного керування.

### **Тема 2. Математичний опис лінійних систем автоматичного керування**



Постановка задачі. Методика формалізованого опису елементів і систем. Поняття ланки. Статичні характеристики ланки. Лінеаризація. Типові збурювальні впливи. Динамічні характеристики ланки: диференціальне рівняння, передавальна функція, перехідна характеристика, крива розгону, імпульсні характеристики (ідеальні та реальні), частотні характеристики.

### **Тема 3. Типові елементарні ланки**

Поняття елементарних ланок та їхні види. Пропорційна ланка та її характеристики. Аперіодична ланка та її характеристики. Ідеальна інтегруюча ланка та її характеристики. Реальна інтегруюча ланка та її характеристики. Ідеальна диференціююча ланка та її характеристики. Реальна диференціююча ланка та її характеристики. Ланка чистого запізнювання та її характеристики. Ланки другого порядку. Аперіодична ланка другого порядку та її характеристики. Коливальна ланка та її характеристики. Консервативна ланка та її характеристики.

Послідовне з'єднання ланок. Паралельне з'єднання ланок. Зустрічно-паралельне з'єднання ланок (ланка, охоплена зворотним зв'язком).

### **Тема 4. Об'єкти регулювання та регулятори**

Поняття об'єкта регулювання. Аналітичні дослідження об'єктів регулювання. Експериментальне дослідження об'єктів керування. Пасивні й активні методи дослідження. Об'єкти керування із самовирівнюванням (статичні) та їх особливості. Об'єкти керування без самовирівнювання (астатичні) та їх особливості. Параметри статичного об'єкту керування, їх розмірність і фізичний зміст. Параметри астатичного об'єкту керування, їх розмірність і фізичний зміст.

Експериментальне визначення частотних характеристик об'єктів керування. Визначення параметрів статичного об'єкта керування по його амплітудно-фазовій характеристики. Визначення параметрів астатичного об'єкта керування по його амплітудно-фазовій характеристики.

Поняття закону регулювання. Лінійні закони регулювання: П, І, ПІ, ПД і ПІД закони регулювання. П-регулятор та його характеристики. ПІ-регулятор та його характеристики. ПД-регулятор та його характеристики. ПІД-регулятор та його характеристики. Параметри налаштування регуляторів, їхня розмірність і фізичний зміст. Урахування інерційності виконавчих механізмів регуляторів.

## ***Змістовий модуль № 2. Автоматичні системи регулювання.***


### **Тема 5. Автоматичні системи регулювання**

Автоматичні системи регулювання (АСР). Структурні схеми АСР. Комбінована замкнута АСР, замкнута АСР. Комбінована розімкнута АСР, розімкнута АСР. Інваріантні АСР. Вимоги інваріантності. Статичні й астатичні АСР. Перехідні процеси в АСР. Аперіодичні та коливальні перехідні процеси. Перехідні процеси по навантаженню та по завданню, їхні якісні показники.

Поняття стійкості. Механічні приклади стійкості систем. Оцінка стійкості АСР по корінням характеристичного рівняння. Оцінка стійкості АСР по кореневому годографу. Аналіз стійкості АСУ за допомогою критерія стійкості Гурвіца. Критерій стійкості Найквіста. Запас стійкості системи по модулю. Запас стійкості системи по фазі.

### **Тема 6. Аналіз та синтез АСР**

Аналіз АСР. Вплив параметрів налаштування регулятора на властивості АСР. Вплив параметрів об'єкта керування на характер перехідного процесу й показники системи.



Поняття й завдання синтезу. Вивчення об'єкта регулювання. Вибір структури регулятора. Визначення ступеня віддалення системи від границі стійкості (типові оптимальні процеси регулювання). Розрахунок параметрів налаштування регуляторів.

Алгоритми розрахунку процесу регулювання по навантаженню. Алгоритми розрахунку процесу регулювання по завданню.

### **Тема 7. Нелінійні АСР**

Класифікація нелінійних АСР. Типові нелінійності. Особливості динаміки нелінійних АСР. Методи аналізу нелінійних АСР. Дослідження нелінійних об'єктів управління. Дослідження АСР методом двох годографів.

Вплив супутніх нелінійностей на динамічні властивості АСР.

Спільний вплив обмежень керуючого впливу і нечутливості регулятора на властивості АСР. Аналіз спільного впливу обмежень керуючого впливу і нечутливості регулятора методом гармонійної лінеаризації.

Вплив люфту регулятора на властивості АСР. Аналіз впливу люфту методом гармонійної лінеаризації.

### **Тема 8. Дискретні АСР**

Класифікація дискретних АСР. Квантування вхідних сигналів у дискретних АСР.

Імпульсні й цифрові АСР. Види й характеристики імпульсних сигналів. Способи модуляції в імпульсних АСР. Переваги й галузь застосування імпульсних і цифрових АСР.

Релейні АСР. Процеси регулювання в релейних АСР, їхній розрахунок і побудова. Процеси регулювання в АСР з реальними релейними регуляторами. Процеси регулювання в релейних АСР із статичними об'єктами керування. Процеси регулювання в релейних АСР з астатичними об'єктами керування. Показники якості релейних АСР й способи їхнього визначення. Область застосування релейних регуляторів. Дослідження релейних АСР методом фазової площини.

Цифрові АСР.

### 3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Варіант вивчення дисципліни як обов'язкової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<b>Змістовий модуль № 1. Теоретичні основи та елементарні ланки</b>						
1.	Вступ до курсу «Теорія автоматичного регулювання»	18	4	2	2	10
2.	Математичний опис лінійних систем автоматичного керування	18	4	2	2	10
3.	Типові елементарні ланки	24	6	4	2	12
4.	Структурні схеми систем автоматичного регулювання та їх перетворення	18	4	2	2	10
<b>Змістовий модуль № 2. Об'єкти керування та регулятори</b>						
5.	Об'єкти регулювання із самовирівнюванням	18	4	2	2	10
6.	Об'єкти регулювання без самовирівнювання	18	4	2	2	10
7.	Експериментальні методи визначення частотних характеристик об'єктів регулювання.	18	4	2	2	10
8.	Закони регулювання. Регулятори	18	4	2	2	10
<b>Змістовий модуль № 3. Автоматичні системи регулювання</b>						
9.	Автоматичні системи регулювання	24	6	2	4	12
10.	Стійкість АСР	18	4	2	2	10
11.	Аналіз АСР	18	4	2	2	10
12.	Синтез АСР	18	4	2	2	10
13.	Розрахунок процесів регулювання	18	4	2	2	10
<b>Змістовий модуль № 4. Нелінійні системи автоматичного регулювання</b>						
14.	Нелінійні АСР	18	4	2	2	10
15.	Супутні нелінійності	18	4	2	2	10
16.	Дискретні АСР	18	4	2	2	10
<b>Усього годин</b>		<b>300</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>164</b>

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

Варіант вивчення дисципліни як вибіркової

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
<b>Змістовий модуль № 1. Теоретичні основи та елементарні ланки</b>						
1.	Вступ до курсу «Теорія автоматичного регулювання»	6	4	4		8
2.	Математичний опис лінійних систем автоматичного керування	8	4	4		10
3.	Типові елементарні ланки		6	4		10
4.	Об'єкти регулювання та регулятори	9	4	4		10
<b>Змістовий модуль № 2. Автоматичні системи регулювання</b>						
5.	Автоматичні системи регулювання	10	6	8		10
6.	Аналіз та синтез АСР	8	4	4		10
7.	Нелінійні АСР	8	4	4		10
8.	Дискретні АСР	8	4	4		10
<b>Усього годин</b>		<b>150</b>	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>78</b>

## 4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### 4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

*Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової*

#### 1 семестр

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього	
Види контр. точок																				
Практичні роботи			8									8								16
Лабораторні роботи					8		8									8				24
Складання індивідуальних завдань								15										15		30
Модульні контрольні роботи									15										15	30
Всього	54									46									100	

#### 2 семестр

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всього
Види контр. точок																	
Практичні роботи			10								10						20
Лабораторні роботи						10								10			20
Складання індивідуальних завдань							15								15		30
Модульні контрольні роботи								15								15	30
Всього	50									50							100

*Для варіанту вивчення дисципліни 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			10				10					10				10				40
Складання індивідуальних завдань								15										15		30
Модульні контрольні роботи									15										15	30
Всього	50									50									100	

## 4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>Практичні та лабораторні роботи</p> <p>1 семестр</p>	<p>Оцінка за практичну чи лабораторну роботу виставляється в Moodle після завантаження студентом(кою) відповідного звіту та перевірки його викладачем(кою), яка здійснюється впродовж тижня, може бути оскаржена на наступному практичному занятті.</p>
<p>ПР №1 Дослідження перехідних функцій типових ланок</p>	<p>Мах 8 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при виконанні практичної роботи студент(ка) показав(ла) знання перехідних функцій, диференційних рівнянь та передавальних функцій типових ланок; продемонстрував(ла) набуті навички розрахунку в Excel та побудови графіків; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (6 балів);</li> <li>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (2 бали)</li> </ul>
<p>ПР №2 Дослідження імпульсних характеристик типових ланок</p>	<p>Мах 8 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при виконанні практичної роботи студент(ка) показав(ла) знання ідеальних та реальних імпульсних характеристик, диференційних рівнянь та передавальних функцій типових ланок; продемонстрував(ла) набуті навички розрахунку в Excel та побудови графіків; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (6 балів);</li> <li>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (2 бали)</li> </ul>
<p>ЛР №3 Експериментальне визначення статичної характеристики та кривої розгону об'єкта керування</p>	<p>Мах 8 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при виконанні лабораторної роботи студент(ка) показав(ла) знання статичних характеристик, кривих розгону та передавальних функцій об'єктів керування; продемонстрував(ла) набуті навички обробки в Excel експериментальних даних, розрахунку та побудови графіків кривих розгону; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (6 балів);</li> <li>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (2 бали)</li> </ul>
<p>ЛР №4 Експериментальне визначення реальної імпульсної характеристики об'єкта керування</p>	<p>Мах 8 балів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при виконанні лабораторної роботи студент(ка) показав(ла) знання реальних імпульсних характеристик та передавальних функцій об'єктів керування; продемонстрував(ла) набуті навички обробки в Excel експериментальних даних, розрахунку та побудови графіків реальних імпульсних характеристик; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (6 балів);</li> <li>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (2 бали)</li> </ul>
	<p>Мах 8 балів:</p>

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>ЛР №5 Експериментальне визначення Частотних характеристик об'єкта керування</p>	<p>– при виконанні лабораторної роботи студент(ка) показав(ла) знання частотних характеристик об'єктів керування; продемонстрував(ла) набуті навички обробки в Excel експериментальних даних, розрахунку та побудови графіків частотних характеристик; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (6 балів);</p> <p>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (2 бали)</p>
<p>2 семестр</p>	<p>Мах 10 балів:</p>
<p>ЛР №1 Дослідження показників якості перехідного процесу за завданням</p>	<p>– при виконанні практичної роботи студент(ка) показав(ла) знання перехідних процесів за завданням в АСР, їх показників якості та передавальних функцій АСР; продемонстрував(ла) набуті навички моделювання в Excel перехідних процесів та визначення показників їх якості; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</p> <p>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (3 бали)</p>
<p>ЛР №2 Дослідження впливу параметрів об'єкта керування на форму перехідного процесу за навантаженням та показники якості</p>	<p>Мах 10 балів:</p> <p>– при виконанні практичної роботи студент(ка) показав(ла) знання перехідних процесів за навантаженням в АСР, їх показників якості та передавальних функцій АСР; продемонстрував(ла) набуті навички аналізу залежностей між параметрами АСР та показниками якості, моделювання в Excel перехідних процесів та визначення показників їх якості; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</p> <p>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (3 бали)</p>
<p>ЛР №3 Дослідження релейної системи регулювання</p>	<p>Мах 10 балів:</p> <p>– при виконанні лабораторної роботи студент(ка) показав(ла) знання релейних систем регулювання, показників якості перехідних процесів в них; продемонстрував(ла) набуті навички обробки в Excel експериментальних даних, моделювання в Excel процесів регулювання в релейних системах регулювання; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</p> <p>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (3 бали)</p>
<p>ЛР №4 Дослідження процесу регулювання за завданням в оптимальній АСР</p>	<p>Мах 10 балів:</p> <p>– при виконанні практичної роботи студент(ка) показав(ла) знання оптимальних систем регулювання та перехідних процесів в них; продемонстрував(ла) набуті навички розрахунку оптимальних АСР, моделювання в Excel процесів регулювання в оптимальних АСР; виконав(ла) завдання практичної роботи в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (до наступного заняття) (7 балів);</p>

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	<p>– студент(ка) проявив(ла) активність при виконанні завдань; показав(ла) навички взаємодії; продемонстрував(ла) вміння логічно мислити та обґрунтовано відповідати на запитання (3 бали)</p>
Індивідуальні завдання	<p>Оцінка за індивідуальне завдання виставляється в Moodle після завантаження студентом(кою) відповідного звіту та перевірки його викладачем(кою), яка здійснюється впродовж тижня, може бути оскаржена на останньому практичному занятті.</p>
<p>1 семестр</p> <p>ІЗ №1 Комплексні числа та їх використання при роботі з частотними характеристиками</p>	<p>Мах 15 балів:</p> <p>– студент(ка) підготував(ла) звіт у відповідності до індивідуального завдання, у якому наведено необхідні вірні розрахунки з комплексними числами та частотними характеристиками; студент(ка) виконав(ла) відповідне завдання в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (10 балів);</p> <p>– оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (5 балів)</p>
<p>ІЗ №2 Способи з'єднання ланок</p>	<p>Мах 15 балів:</p> <p>– студент(ка) підготував(ла) звіт у відповідності до індивідуального завдання, у якому наведено необхідні вірні розрахунки передавальних функцій з'єднання ланок; студент(ка) виконав(ла) відповідне завдання в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (10 балів);</p> <p>– оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (5 балів)</p>
<p>2 семестр</p> <p>ІЗ №1 Визначення стійкості автоматичної системи регулювання 3-го порядку за допомогою критерія Гурвіца</p>	<p>Мах 15 балів:</p> <p>– студент(ка) підготував(ла) звіт у відповідності до індивідуального завдання, у якому наведено необхідні вірні розрахунки стійкості АСР за допомогою критерія Гурвіца, та обґрунтовано висновок про стійкість АСР; студент(ка) виконав(ла) відповідне завдання в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (10 балів);</p> <p>– оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (5 балів)</p>
<p>ІЗ №2 Визначення параметрів коливаль в релейній автоматичній системі регулювання методом двох годографів</p>	<p>Мах 15 балів:</p> <p>– студент(ка) підготував(ла) звіт у відповідності до індивідуального завдання, у якому наведено необхідні виконані в Excel вірні розрахунки комплексної частотної характеристики об'єкта керування та підсилення релейної нелінійності, побудовані їх графіки та визначені параметри автоколиваль; студент(ка) виконав(ла) відповідне завдання в повному обсязі та завантажив(ла) правильно оформлений звіт з файлами програм в Moodle згідно з семестровим графіком (10 балів);</p> <p>– оцінювання здатності здобувача під час захисту звіту демонструвати володіння термінологічним апаратом, відповідати на запитання, швидко адаптувати розв'язок до змін у вихідних даних (5 балів)</p>
Модульні контрольні роботи	<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</p>

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
	обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок з 15 тестових завдань за матеріалами модуля (max 15 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Тести оцінюються за збігом із правильною відповіддю.

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 за всі 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	1 семестр – залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів, 2 семестр – письмовий екзамен за матеріалом обох семестрів.	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	1 семестр – якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання; 2 семестр – 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 прийнятного рівня	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	Для варіанту заліку: – 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». Для варіанту екзамену: – 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: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 25 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 4 бали). Екзамен оцінює ступінь володіння предметною термінологією та розуміння теоретичних підходів до аналізу та розрахунків за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ( <a href="#">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a> )	

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	Добре	

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
		навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки		
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 дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні (дисципліни «Теорія автоматичного регулювання» та ін.), то кредити та оцінка з 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 оптимізації (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. Штіфзон О. Й., Новіков П. В., Бунь В. П. Теорія автоматичного управління : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 144 с.
2. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування : підручник. 2-ге вид. Київ : Либідь, 2007. 656 с.
3. Теорія автоматичного управління : консп. лекц. у 2 ч. Ч. 1 Аналіз лінійних систем автоматичного управління / уклад. Г. М. Худoley. Суми : Сумський державний університет, 2016. 179 с.
4. Levine W. S. Control System Applications. Taylor & Francis Group, 2019. 360 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/360351>.
5. Hernández-Guzmán V. M., Silva-Ortigoza R., Orrante-Sakanassi J. A. Automatic Control with Experiments. Cham : Springer International Publishing, 2024. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/2913309>.
6. Frank S. A. Control Theory Tutorial: Basic Concepts Illustrated by Software Examples. Cham : Springer, 2018. 122 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/999736>.

### Додаткові

1. Теорія автоматичного управління : підручник / за ред. Г. Ф. Зайцева. Київ : Техніка, 2002. 668 с.
2. Гоголюк П. Ф., Гречин Т. М. Теорія автоматичного керування : підручник. Львів : НУ "Львівська політехніка", 2008. 285 с.
3. Боровська Т. М. Теорія автоматичного управління : курс лекцій. Вінниця : ВНТУ, 2018. 256 с.
4. Åström K. J., Hägglund T. Advanced PID control. ISA (The Instrumentation, System, and Automation Society), 2006. 460 p.
5. Freeman E. A., Aizerman M. A. Theory of Automatic Control: Adiwes International Series. Elsevier Science & Technology Books, 2016. 532 p.
6. The Interval Perturbed Motion of the Generalized Nonlinear Dynamical Plants / R. Voliansky et al. *4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 20–23 October 2022. Kremenchuk, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005720>.
7. Electromechanical System Motion Control in Direct and Inverse Time / R. Voliansky et al. *3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 3–7 October 2022. Kharkiv, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/khpiweek57572.2022.9916396>.
8. Voliansky R., Shramko I., Volianska N., Tolochko O., Sadovoi O. Smoothed Piecewise Linear Lyapunov Function for the First Order Dynamical Systems. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering - 2023. ICTM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, 2024. Vol 1008. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-031-61415-6_23).
9. Lyshevski S. E. Control Systems Theory with Engineering Applications. Jaico Publishing House, 2005. 426 p. URL : <https://read.kortext.com/inventory/search/1567046>.

### Web-ресурси

- 
1. Process Control & PID Controllers: Principles Design Tuning : Udemy : веб-сайт. URL: <https://ua.udemy.com/course/process-control-pid-controllers-principles-design-tuning/> (date of access: 29.08.2024).
  2. Process Control & Instrumentation 16 Hour Masterclass : Udemy : веб-сайт. URL: <https://ua.udemy.com/course/process-control-instrumentation-16-hour-masterclass/> (date of access: 29.08.2024).
  3. Міністерство освіти і науки України : веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
  4. Національна бібліотека України ім. Вернадського. : веб-сайт. URL: [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua) (дата звернення: 20.08.2024).
  5. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. : веб-сайт. URL: <https://nlu.org.ua/> (дата звернення: 20.08.2024).
  6. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 20.08.2024).
  7. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
  8. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 20.08.2024).
  9. 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 \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)