



# Теорія автоматичного керування. Частина 2

## Силабус освітнього компоненту

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>Цикл професійної підготовки. Обов'язкові компоненти освітньої програми</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>225 годин / 7,5 кредитів ECTS лекції-6 год., лабор. роботи-4 год., СРС –215 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР/ захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. доц. Марченко Анатолій Андрійович, <a href="mailto:marchenko-fea@iit.kpi.ua">marchenko-fea@iit.kpi.ua</a> Лабораторні: ас. Гулий Володимир Сергійович</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom <a href="https://classroom.google.com/c/MTUzNzI1MDQzNzEw?cjc=ov4mkji">https://</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування.. Частина 2» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

**Метою навчальної дисципліни є формування у слухачів системи здатностей:**

ФК 4 Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. ФК 15 Здатність застосовувати положення теорії автоматичного керування для вирішення практичних задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем

**Предмет навчальної дисципліни** – математичне моделювання складних динамічних систем, методи системного аналізу, якісні і кількісні методи опису складних систем, принципи і методи управління в складних системах керування. Проведення досліджень і аналіз отриманих результатів із використанням сучасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій.

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:**  
ФК 15 Здатність застосовувати положення теорії автоматичного керування для вирішення практичних задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», "Обчислювальна техніка та програмування", «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Промислова електроніка». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни "Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах" та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Дисципліну структурно розподілено на 7 розділів, а саме:*

### **1. Стійкість систем управління**

*Тема 1,1. Метод Д-розбиття*

### **2. Аналіз систем у просторі станів**

*Тема 2.1. Опис систем у просторі станів.*

*Тема 2.2. Складання векторно-матричних диференціальних рівнянь для систем з одним входом і одним виходом*

*Тема 2.3. Характеристики систем у просторі станів.*

*Тема 2.4. Нормальна форма рівнянь у просторі станів.*

*Тема 2.5. Управління за станом. Системи управління станом.*

*Тема 2.6. Оцінка координат стану системи).*

*Тема 2.7. Прямий кореневий метод синтезу систем управління).*

### **3. Статичні і астатичні АСР**

*Тема 3.1 Основні відомості про статичні і астатичні АСР*

*Тема 3.2 Порядок астатизму структурні умови астатизму*

### **4. Типові автоматичні регулятори та їх налагодження**

*Тема 4.1 Типові автоматичні регулятори (П-, І-, ПІ - регулятори) та їх характеристики;*

*Тема 4.2 Типові автоматичні регулятори (ПД-, ПІД- регулятори) та їх характеристики*

### **5. Якість і синтез систем автоматичного керування**

*Тема 5.1 Оцінка якості АСР.*

*Тема 5.2 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР*

*Тема 5.3 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двуконтурних АСР.*

### **6. Аналіз нелінійних систем**

*Тема 6.1 Аналіз динаміки нелінійних систем*

*Тема 6.2 Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу.*

*Тема 6.3. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями*

### **7. Дискретні АСР**

*Тема 7.1 Математичні основи теорії дискретних АСР.*

*Тема 7.2 Цифрові регулятори.*

**Тема 7.3 Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором.**

**Тема 7.4 Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором**

**Тема 7.5 Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами**

**Тема 7.6 Синтез типових алгоритмів функціонування.**

**Тема 7.7 Оптимальні значення параметрів настройки цифрових**

**Тема 7.8 Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами.**

**Тема 7.9 Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами**

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с. ISBN 978-966-06-0447-6.
2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: Підручник / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин— Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. — 285 с.
3. Навчальний посібник з дисципліни "Теорія автоматичного керування" [Електронний ресурс] : електрон. вид. комбін. використання на DVD-ROM. у 2 ч. Ч. 1. / А. П. Гуров, С.І. Ольшевський, О.О. Черно, Л.І. Бугрім ; МОН України, НУК ім. адмірала Макарова. — Електрон. дані. — Миколаїв : НУК, 2018.
4. Савицький В., Федоришин Р. Технічні засоби автоматизації: Навчальний посібник. — Л.: Львівська політехніка, 2018. — 292с.
5. Теорія автоматичного керування. Частина 1. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. А. Марченко, В. С. Гулий. — Електронні текстові дані (1 файл: 1,93 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 54 с. — Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №6 від 24.06.2022р.) за поданням Вченої ради факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 20.06.2022 р.) URI : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50332>

##### Додаткові:

6. Теорія автоматичного керування. Комп'ютерний практикум (Частина 2) [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Управління, захист та автоматизація енергосистем» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. А. Марченко, Г. О. Труніна, Д. В. Настенко. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,98 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 93 с. — Назва з екрана. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №6 від 24.06.2022р.) за поданням Вченої ради факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 20.06.2022 р.) URI <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48589>
7. Теорія автоматичного керування. Дослідження системи автоматичного регулювання. Курсова робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» / А. А. Марченко, В. С. Гулий, Д. В.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	<b>Розділ 2. Аналіз систем у просторі станів</b>
1.	Тема 2.1. Опис систем у просторі станів. Опис систем у просторі станів. Літературні джерела: [1, 2, 4]
	<b>Розділ 4. Типові автоматичні регулятори та їх налагодження</b>
2.	Тема 4.1 Типові автоматичні регулятори (П-, І-, ПІ - регулятори) та їх характеристики; Типові автоматичні регулятори (П-, І-, Ш - регулятори) та їх характеристики; приклади Літературні джерела: [1, 2, 4]
	<b>Розділ 7. Дискретні АСР</b>
3.	Тема 7.1 Математичні основи теорії дискретних АСР. Математичні основи теорії дискретних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]

#### Практичні заняття (відсутні)

#### Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження якості автоматичних систем регулювання Літературні джерела: [6]	4
	<b>ЗАГАЛОМ</b>	<b>54</b>

### 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
	<b>Розділ 1 Стійкість автоматичних систем. (продовження)).</b>	
1.	Тема 1,1. Метод Д-розбиття Метод Д-розбиття. Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
	<b>Розділ 2. Аналіз систем у просторі станів</b>	
2.	Тема 2.2. Складання векторно-матричних диференціальних рівнянь для систем з одним входом і одним виходом Складання векторно-матричних диференціальних рівнянь для систем з одним входом і одним виходом Літературні джерела: [1, 2, 4,7]	2
3.	Тема 2.3. Характеристики систем у просторі станів. Характеристики систем у просторі станів.	2

	<i>Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	
4.	<i>Тема 2.4. Нормальна форма рівнянь у просторі станів. Нормальна форма рівнянь у просторі станів). Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
5.	<i>Тема 2.5. Управління за станом. Системи управління станом. Управління за станом. Системи управління станом. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
6.	<i>Тема 2.6. Оцінка координат стану системи). Оцінка координат стану системи). Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
7.	<i>Тема 2.7. Прямий кореневий метод синтезу систем управління). Прямий кореневий метод синтезу систем управління). Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
8.	<i>Тема 3.1 Основні відомості про статичні і астатичні АСР Основні відомості про статичні і астатичні АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
9.	<i>Тема 3.2 Порядок астатизму структурні умови астатизму Порядок астатизму структурні умови астатизму). Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
10.	<i>Тема 4.2 Типові автоматичні регулятори (ПД-, ПІД-регулятори) та їх характеристики Типові автоматичні регулятори (ПД-, ПІД- регулятори) та їх характеристики; приклади Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
11.	<i>Тема 5.1 Оцінка якості АСР. Оцінка якості АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
12.	<i>Тема 5.2 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
13.	<i>Тема 5.3 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
14.	<i>Темаб.1 Аналіз динаміки нелінійних систем Аналіз динаміки нелінійних систем Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
15.	<i>Тема 6.2 Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу.Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
16.	<i>Тема 6.3. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіямиВизначення параметрів настройки АСР з нелінійними регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2
17	<i>Тема 7.2 Цифрові регулятори. Цифрові регулятори. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>	2

18.	Тема 7.3 Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
19.	Тема 7.4 Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
20	Тема 7.5 Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
21.	Тема 7.6 Синтез типових алгоритмів функціонування. Синтез типових алгоритмів функціонування. Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
22.	Тема 7.7 Оптимальні значення параметрів настройки цифрових Оптимальні значення параметрів настройки цифрових Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
23.	. Тема 7.8 Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
24.	Тема 7.9 Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами МКР Літературні джерела: [1, 2, 4]	2
12	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-6]	77
	<b>Теоретичний матеріал лабораторних робіт</b>	<b>50</b>
2	Дослідження та оптимізація параметрів системи стабілізації. Літературні джерела: [1,5]	
3	Дослідження можливостей оптимізації якості регулювання в середовищі Matlab Літературні джерела: [1,5]	
4	Дослідження нелінійних динамічних систем методом фазових траєкторій Літературні джерела: [1,5]	
5	Дослідження релейної електромеханічної слідкуючої системи Літературні джерела: [1,5]	
6	Дослідження нелінійних систем стабілізації Літературні джерела: [1,5]	
7	Дослідження регулятора швидкості двигуна постійного струму з релейним підсилювачем Літературні джерела: [5]	
8	Автоматичне регулювання тиску з нелінійним підсилювачем Літературні джерела: [5]	
9	Дослідження нелінійних систем регулювання швидкості обертання гідрогенератора	

	<i>Літературні джерела: [5]</i>	
10	<i>Дослідження замкнених систем зі змінною структурою. Літературні джерела: [5]</i>	
11	<i>Дослідження імпульсних автоматичних систем Літературні джерела: [5]</i>	
12	<i>Системи з цифровим регулятором Літературні джерела: [5]</i>	
13	<i>Цифрові системи управління Літературні джерела: [5]</i>	
13	<i>Підготовка до МКР Літературні джерела: [7]</i>	10
14	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Загалом</i>	215

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист лабораторних робіт з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки відповіді на контрольні запитання (за умови дотримання календарного плану виконання лабораторних робіт);*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів.*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Теорія автоматичного керування.. Частина 2»*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** МКР.

**Календарний контроль:** провадиться двічі в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, виконані та захищені всі лабораторні роботи, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Виконання та захист лабораторних робіт	МКР	Rc	Рекз	R
10	50	60	40	100

### **Виконання та захист лабораторних робіт**

Ваговий бал – 10.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 10 бали \* 1 = 10 балів.

*Критерії оцінювання*

- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень – 8;
- повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи –2;

### **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задач № 1 – 12.

Ваговий бал задачі № 2 –13.

Ваговий бал задач № 3 – 12.

Ваговий бал задачі № 4 –13.

Максимальний бал за МКР – 50.

*Критерії оцінювання*

- правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;
- відсутність відповіді – 0 балів.



Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

#### **Форма семестрового контролю – екзамен**

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань та задачі

#### **Критерії оцінювання екзамену**

Рейтинг  $r_c \geq 0,9 \cdot R_c$ , тобто 54 балів – зараховується за згодою "С" або "В" "добре" оцінку "автоматом".

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,3 - 0,53) \cdot R$ , тобто 30 – 53 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену  $R_e = 40$  балів.

Рейтинг екзамену  $R_e = 33 - 40$  балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену  $R_e = 25 - 32$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг екзамену  $R_e = 16 - 24$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних динамічних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену  $R_e \leq 15$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті процесів моделювання складних динамічних систем, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)**

складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,  
к.т.н. Марченко А. А.

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 11  
від 26.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 23.06.2023р.)