



# 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>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>225 годин / 7,5 кредитів ECTS ECTS лекції-54год., лабор. роботи-54год., СРС – 117 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=ov4mkjj">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 данні (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 данні (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 1 Стійкість автоматичних систем. (продовження)).</b>
1	Тема 1.1. Метод Д-розбиття Метод Д-розбиття. Літературні джерела: [1, 2, 4]
	<b>Розділ 2. Аналіз систем у просторі станів</b>
2.	Тема 2.1. Опис систем у просторі станів. Опис систем у просторі станів. Літературні джерела: [1, 2, 4]
3.	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]
4.	Тема 2.3. Характеристики систем у просторі станів. Характеристики систем у просторі станів. Літературні джерела: [1, 2, 4]
5.	Тема 2.4. Нормальна форма рівнянь у просторі станів. Нормальна форма рівнянь у просторі станів). Літературні джерела: [1, 2, 4]
6.	Тема 2.5. Управління за станом. Системи управління станом. Управління за станом. Системи управління станом. Літературні джерела: [1, 2, 4]
7.	Тема 2.6. Оцінка координат стану системи). Оцінка координат стану системи). Літературні джерела: [1, 2, 4]
8.	Тема 2.7. Прямий кореневий метод синтезу систем управління). Прямий кореневий метод синтезу систем управління). Літературні джерела: [1, 2, 4]
	<b>Розділ 3 Статичні і астатичні АСР</b>
9.	Тема 3.1 Основні відомості про статичні і астатичні АСР Основні відомості про статичні і астатичні АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]
10.	Тема 3.2 Порядок астатизму структурні умови астатизму Порядок астатизму структурні умови астатизму). Літературні джерела: [1, 2, 4]
	<b>Розділ 4. Типові автоматичні регулятори та їх налагодження</b>
11.	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]
12.	Тема 4.2 Типові автоматичні регулятори (ПД-, ПІД- регулятори) та їх характеристики Типові автоматичні регулятори (ПД-, ПІД- регулятори) та їх характеристики; приклади

	<i>Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
	<b>Розділ 5. Якість і синтез систем автоматичного керування</b>
13.	Тема 5.1 Оцінка якості АСР. <i>Оцінка якості АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
14.	Тема 5.2 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР <i>Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
15.	Тема 5.3 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. <i>Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
	<b>Розділ 6. Аналіз нелінійних систем</b>
16.	Тема 6.1 Аналіз динаміки нелінійних систем <i>Аналіз динаміки нелінійних систем Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
17.	Тема 6.2 Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями. <i>Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
18.	Тема 6.3. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями <i>Визначення параметрів настройки АСР з нелінійними регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
	<b>Розділ 7. Дискретні АСР</b>
19.	Тема 7.1 Математичні основи теорії дискретних АСР. <i>Математичні основи теорії дискретних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
20.	Тема 7.2 Цифрові регулятори. <i>Цифрові регулятори. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
21.	Тема 7.3 Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. <i>Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
22.	Тема 7.4 Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором <i>Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
23.	Тема 7.5 Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами <i>Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
24.	Тема 7.6 Синтез типових алгоритмів функціонування. <i>Синтез типових алгоритмів функціонування. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
25.	Тема 7.7 Оптимальні значення параметрів настройки цифрових <i>Оптимальні значення параметрів настройки цифрових Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
26.	Тема 7.8 Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. <i>Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
27.	Тема 7.9 Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами <i>Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами МКР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>

Практичні заняття  
(відсутні)

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження якості автоматичних систем регулювання Літературні джерела: [6]	4
2	Дослідження та оптимізація параметрів системи стабілізації. Літературні джерела: [1,5]	4
3	Дослідження можливостей оптимізації якості регулювання в середовищі Matlab Літературні джерела: [1,5]	4
4	Дослідження нелінійних динамічних систем методом фазових траєкторій Літературні джерела: [1,5]	4
5	Дослідження релейної електромеханічної слідкуючої системи Літературні джерела: [1,5]	4
6	Дослідження нелінійних систем стабілізації Літературні джерела: [1,5]	4
7	Дослідження регулятора швидкості двигуна постійного струму з релейним підсилювачем Літературні джерела: [5]	4
8	Автоматичне регулювання тиску з нелінійним підсилювачем Літературні джерела: [5]	4
9	Дослідження нелінійних систем регулювання швидкості обертання гідрогенератора Літературні джерела: [5]	4
10	Дослідження замкнених систем зі змінною структурою. Літературні джерела: [5]	4
11	Дослідження імпульсних автоматичних систем Літературні джерела: [5]	4
12	Системи з цифровим регулятором Літературні джерела: [5]	6
13	Цифрові системи управління Літературні джерела: [5]	4
	ЗАГАЛОМ	54

**6. Самостійна робота студента**

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-3, 6, 7]	77
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [4]	10
3	Підготовка до екзамену	30

**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. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання лабораторних робіт.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання лабораторних робіт передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *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 (РСО)**

**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	Reкз	R
39	21	60	40	100

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

Ваговий бал – 3.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 3 бали \* 13 = 39 балів.

#### **Критерії оцінювання**

- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, оформлення протоколу досліджень – 2;
- повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи – 1;

#### **Модульна контрольна робота**

Модульна контрольна робота складається з чотирьох практичних задач.

Ваговий бал задач № 1 – 10.

Ваговий бал задачі № 2 – 11.

Максимальний бал за МКР – 21.

#### **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  $Re = 25 - 32$  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  $Re = 16 - 24$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє суть процесів моделювання складних динамічних систем. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену  $Re \leq 15$  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.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### *Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль*

1. *Аналіз нелінійних систем*
2. *Дискретні АСР*

***Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ***

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

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

*Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 8 від 26.05.2022 р.)  
Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)*

---

<sup>1</sup>Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.