



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>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. доц. Марченко Анатолій Андрійович, marchenko-fea@iit.kpi.ua Лабораторні: ас. Гулий Володимир Сергійович</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom https://</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)
	Розділ 1 Стійкість автоматичних систем. (продовження).
1	Тема 1.1. Метод Д-розбиття Метод Д-розбиття. Літературні джерела: [1, 2, 4]
	Розділ 2. Аналіз систем у просторі станів
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]
	Розділ 3 Статичні і астатичні АСР
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]
	Розділ 4. Типові автоматичні регулятори та їх налагодження
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>
	Розділ 5. Якість і синтез систем автоматичного керування
13.	<i>Тема 5.1 Оцінка якості АСР. Оцінка якості АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
14.	<i>Тема 5.2 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних одноконтурних АСР Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
15.	<i>Тема 5.3 Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. Розрахунок відлагоджень лінійних неперервних двохконтурних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
	Розділ 6. Аналіз нелінійних систем
16.	<i>Тема 6.1 Аналіз динаміки нелінійних систем Аналіз динаміки нелінійних систем Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
17.	<i>Тема 6.2 Аналіз нелінійних систем методом гармонічного балансу. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
18.	<i>Тема 6.3. Аналіз нелінійних систем за фазовими траєкторіями. Визначення параметрів настройки АСР з нелійними регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
	Розділ 7. Дискретні АСР
19.	<i>Тема 7.1 Математичні основи теорії дискретних АСР. Математичні основи теорії дискретних АСР. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
20.	<i>Тема 7.2 Цифрові регулятори. Цифрові регулятори. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
21.	<i>Тема 7.3 Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. Структурна схема дискретної АСР з цифровим регулятором. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
22.	<i>Тема 7.4 Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором Передатні функції дискретної АСР з цифровим регулятором Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
23.	<i>Тема 7.5 Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами Критерії якості дискретних АСР з цифровими регуляторами Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
24.	<i>Тема 7.6 Синтез типових алгоритмів функціонування. Синтез типових алгоритмів функціонування. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
25.	<i>Тема 7.7 Оптимальні значення параметрів настройки цифрових Оптимальні значення параметрів настройки цифрових Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
26.	<i>. Тема 7.8 Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. Перехідні процеси у дискретних АСР з цифровими регуляторами. Літературні джерела: [1, 2, 4]</i>
27.	<i>Тема 7.9 Стійкість дискретних АСР з цифровими регуляторами 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 (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	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 № 11 від 26.06.2023 р.)

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