



# КУРСОВА РОБОТА З ТЕОРІЇ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність (Electromechanical automation systems, electric drive and electric mobility)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	30 годин / 1 кредит ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Захист КР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=fcdd26a5-1e05-452c-bab5-0604b5d84a4f">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=fcdd26a5-1e05-452c-bab5-0604b5d84a4f</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор, Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473 Лабораторні: д.т.н., професор, Толочко Ольга Іванівна, тел. 0994945473;
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/Mzc4Njk0NTQzMTA0">https://classroom.google.com/c/Mzc4Njk0NTQzMTA0</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Курсова робота з теорії автоматичного керування» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних здатностей: : (K01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K03) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (K04) Здатність спілкуватися іноземною мовою; (K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (K08) Здатність працювати автономно; (K11) Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); (K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K22) Здатність використовувати математичні методи та методи теорії автоматичного керування при дослідженні лінійних та нелінійних систем, проводити аналіз показників якості, синтезувати П, ПД, ПІ, ПІД та інші регулятори, складати та

аналізувати структурні схеми систем автоматичного керування; (К23) Здатність застосовувати пакети моделюючих програм для аналізу, синтезу та дослідження електромеханічних систем автоматизації та електроприводів.

**Предмет навчальної дисципліни** – еквівалентні перетворення структурних схем; визначення з передавальних функцій нулів, полюсів, коефіцієнта підсилення, добротності за швидкістю, перехідної та вагової функцій; аналіз лінійних неперервних систем автоматичного керування (САК) у просторі часу, побудова частотних характеристик та частотний аналіз; перевірка САК на стійкість та визначення запасів стійкості; аналіз за розташуванням нулів-полюсів на комплексній площині; математичний опис САК у просторі станів; формування стандартних характеристичних поліномів; синтез модального регулятора.

**Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:** (ПР06) Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР08) Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПР10) Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; (ПР11) Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань; (ПР18) Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; (ПР20) Знати і розуміти принципи керування лінійними, нелінійними та дискретними системами автоматичного керування; математичних методів в електромеханіці; (ПР26) Знати і розуміти закони перетворення структурних схем, типові закони керування, методи дослідження стійкості лінійних систем автоматичного керування; типові бібліотеки блоків Simulink, основи програмування у М-файлах.

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

Передумовою виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» є вивчення дисциплін "Вища математика", "Обчислювальна техніка та програмування". Освітній компонент забезпечує підготовку за дисциплінами «Нелінійні та дискретні системи автоматичного керування», «Моделювання та аналіз електромеханічних систем в MatLab», «Керування електроприводами», «Основи мехатроніки» для 1-го (бакалаврського) рівня, а також «Системи оптимального та інтелектуального керування» і «Робастне керування» для 2-го (магістерського) рівня.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розділено на **2 частини**, а саме

- I. Аналіз лінійних неперервних динамічних систем.
- II. Синтез модального регулятора для лінійного об'єкту регулювання.

У частині I вирішуються такі задачі:

1. Еквівалентні перетворення структурних схем та визначення передавальних функцій системи за завданням та збуренням.
2. Аналіз систем за їх передавальними функціями.
3. Аналіз систем за розташуванням нулів-полюсів і визначення стійкості.
4. Частотний аналіз і визначення запасів стійкості.

## 5. Аналіз систем у просторі часу і визначення показників якості.

У частині II вирішуються такі задачі:

1. Математичний опис об'єкта керування у просторі станів.
2. Вибір і формування стандартних характеристичних поліномів відповідно до вимог, що ставляться до системи модального керування.
3. Синтез регулятора стану повного порядку.
4. Перевірка синтезованої системи на відповідність заданим показникам якості.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. - К.: Либідь, 2007.– 656с.
2. Теорія автоматичного керування : метод. вказівки до курсової роботи з дисципліни / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. І. Толочко, Б. І. Приймак, С. М. Пересада. – Київ : НТУУ «КПІ», 2022. – 167 с.

Додаткові:

3. Ogata K. Modern control engineering, Prentice-Hall, 2010, 905 p.
4. Phillips C., Harbor R. Feedback control systems, Prentice-Hall, 2000, 658 p.

### Навчальний контент

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

### Політика та контроль

#### 6. 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. З даної дисципліни передбачені не аудиторні заняття, а консультації, відвідування яких також не є обов'язковим з курсової роботи не передбачені Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за якість пояснювальної записки, дотримання графіку виконання курсової роботи протягом семестру та захист курсової роботи. Своєчасне подання звіту з курсової роботи є обов'язковою умовою допуску до її захисту;
- правила поведінки на консультаціях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на консультаціях, 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;
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання курсової роботи передбачає нарахування штрафних балів;
- правила захисту курсової роботи: допускається тільки індивідуальний захист.
- 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, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання етапів курсової роботи.
- 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-2. Курсова робота»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка у середовищі Google Classroom) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Рейтингова оцінка кожного студента з курсової роботи складається з балів, які отримані студентом за:

- 1) якість пояснювальної записки та дотримання графіку виконання курсової роботи протягом семестру;
- 2) захист курсової роботи.

### **Система рейтингових балів та критерії оцінювання**

#### **1) Якість пояснювальної записки, графічного матеріалу та дотримання графіку виконання роботи протягом семестру.**

Максимальна кількість балів за оформлення та дотримання графіку виконання курсової роботи становить  $10+40=50$  балів.

##### **1.1. Нарахування балів за оформлення роботи (максимум 10 балів):**

- незначні помилки в оформленні, допуск до захисту з першого разу 8-10
- помилки в оформленні, робота відправлена на доопрацювання один раз 5-7
- значні помилки в оформленні, робота відправлена на доопрацювання два і більше разів 0-4
- у разі виявлення плагиату (виконання не свого варіанту) студент штрафується 20 балами та зміною варіанту завдання.

##### **1.2. Нарахування балів за дотримання графіку виконання роботи (максимум 8 балів за кожен розділ, всього максимум 40 балів за всі 5 розділів):**

- розділ виконаний повністю і вчасно 6-8
- розділ виконаний повністю, але з помилками або повністю, але невчасно із запізненням не більше двох тижнів 3-5
- розділ виконаний не повністю або із значними помилками, або повністю із запізненням більше двох тижнів 0-2
- розділ не виконаний зовсім або виконаний із запізненням більше двох тижнів 0

### **Розподіл виконання розділів курсової роботи:**

3-й тиждень – представлення свого варіанту завдання для першої частини;

4-й тиждень – розробка Simulink-моделі досліджуваної системи та представлення результатів її моделювання;

6-й тиждень – представлення процесу еквівалентних перетворень вихідної САК з метою визначення її передавальних функцій в замкненому та розімкненому станах ;

7-й тиждень – представлення результатів аналізу досліджуваної системи за її передавальними функціями;

8-й тиждень – представлення результатів аналізу за розташуванням нулів-полісів;

10-й тиждень – представлення результатів частотного аналізу;

11-й тиждень – представлення результатів аналізу якості перехідних процесів;

12-й тиждень – виконання математичного опису заданого у другій частині об'єкту регулювання, у просторі станів та перевірка його адекватності;

13-й тиждень – представлення результатів вибору стандартного характеристичного полінома та визначення його середньогометричного кореня з умов забезпечення заданої якості керування системи модального керування;

14-й тиждень – представлення результатів синтезу модального регулятора;  
15-й тиждень – представлення процесу перевірки відповідності результатів синтезу заданим показникам якості;

16-й тиждень – оформлення та здача курсової роботи на перевірку;

17-й тиждень – 1-й захист курсової роботи (захист на А, В та С);

18-й тиждень – 2-й захист курсової роботи (максимальна оцінка – D);

Пояснювальна записка курсової роботи має бути підготовлена у програмі Microsoft Word з повною підстановкою всіх розрахунків, нумерацією формул, таблиць, рисунків та використанням не менш ніж 10 літературних джерел. Розмір шрифту Times New Roman – 14-й, міжрядковий інтервал – 1,5, вирівнювання – по ширині сторінки. Формули мають бути набрані у програмі MathType або Microsoft Equation 3.0 14-м шрифтом, а графіки побудовані у програмі Matlab з підписами осей 12-14-м шрифтом, сіткою та товщиною ліній не нижче 2. Кожен розділ повинен починатися з нової сторінки із вирівняним посередині заголовком. Моделювання виконувати у пакеті Matlab/Simulink.

## 2) Захист курсової роботи.

Захист курсової роботи складається з відповіді на запитання за пояснювальною запискою. Максимальна кількість балів за захист складає 50.

Нарахування балів за захист курсової роботи здійснюється наступним чином:

- відмінне володіння матеріалом, правильні відповіді на всі запитання 41-50
- добре володіння матеріалом, відповіді на більшість запитань 31-40
- задовільне володіння матеріалом, відповідь на половину запитань 21-30
- недостатнє володіння матеріалом, відповідь на меншу частину запитань 0-20

## Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума балів за виконання та захист курсової роботи складає  $R=50+50=100$  балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок в системі ECTS та в традиційній системі його рейтингова оцінка R переводиться згідно з таблицею:

Рейтингова оцінка R (сума балів)	Залікова оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
40...59	Незадовільно
менше ніж 40	Недостатньо

## Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

складено професором кафедри автоматизації електромеханічних систем і електроприводу, д.т.н. Толочко О.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 15.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)