



# ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ (ELECTRIC MACHINES AND APPARATUS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна (Цикл професійної підготовки)</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна), Очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>Студенти загальної форми навчання – 2 курс, весняний семестр Студенти прискореної форми навчання – 2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7,5 кредитів ECTS / 225 години (Лекції – 90 год., Практичні заняття – 18 год., Комп'ютерні практикуми – 18 год., СРС – 99 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Гайденко Юрій Антонович, 0675061948 Практичні: к.т.н., доц. Гайденко Юрій Антонович, 0675061948 Комп. практикуми: к.т.н., доц. Гайденко Юрій Антонович, 0675061948</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a> <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Теорія автоматичного керування» (код ПО 05) складено відповідно до освітньої програми підготовки бакалавра «Електричні машини і апарати» з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:**

Загальні компетентності:

**ЗК02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;**

**ЗК03** – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

**ЗК05** – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

**ФК01** – Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР);

**ФК09** – Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

**ФК16** – Здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані із процесами модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів.

**ФК17** – Здатність вирішувати комплексні практичні задачі, пов'язані з розробкою фізичних й математичних моделей досліджуваних машин, приводів, систем, процесів, явищ і об'єктів у професійній сфері, розробляти методики та організовувати про-ведення експериментів з аналізом результатів.

**Предмет навчальної дисципліни** – структури, параметри та характеристики систем автоматичного керування (САК). При вивченні дисципліни акцент робиться на електромеханічних САК відповідно до загальної тематики освітньої програми підготовки «Електричні машини і апарати».

**Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:**

**ПРН07** – Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах та системах;

**ПРН20** – Знати і розуміти принципи керування лінійними, нелінійними та дискретними системами автоматичного керування;

**ПРН21** – Знати і розуміти принципи роботи інтегральних мікросхем, програмованих логічних контролерів та програмованих логічних інтегральних схем.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти теоретичною базою таких дисциплін як: «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Обчислювальна техніка та програмування», «Пакети прикладних програм для ЕМ».

Дисципліна “Теорія автоматичного керування” забезпечує такі спеціальні дисципліни: Електропривод”, “Електрична частина станцій I”, “Електричні мережі і системи”, “Теорія електроприводу”, “Математичне моделювання ЕМС”, тощо.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **8 розділів**, а саме:

- 1. Загальні відомості про системи автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: предмет теорії автоматичного керування (ТАК); основні завдання ТАК; історію розвитку теорії та практики автоматичного керування; головні поняття та терміни; сучасний стан та тенденції розвитку систем автоматичного керування (САК); принципи керування в САК; класифікацію САК; основні методи створення математичних моделей САК.

2. **Характеристики динамічних ланок систем автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: динамічні та типові динамічні ланки; класифікацію ланок; математичні моделі типових динамічних ланок; передавальні функції ланок; часові та частотні характеристики динамічних ланок; структурні схеми САК; типові з'єднання ланок в схемі; правила перетворення структурних схем САК.
3. **Стійкість лінійних неперервних систем автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: математичне та фізичне розуміння терміну «стійкість систем»; умову стійкості САК за Ляпуновим; критерії стійкості САК.
4. **Якість систем автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: терміни «якість керування», «якість САК»; основні способи дослідження якості САК; головні показники якості САК; точність роботи САК; показники якості САК, що визначаються за її перехідним процесом та за її амплітудно фазовою характеристикою.
5. **Корекція систем автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: необхідність і шляхи корекції САК; призначення, типи і математичні моделі стабілізуючих елементів; рекомендації по включенню стабілізуючих ланок; особливості аналізу САК до складу якої входить стабілізуючий елемент.
6. **Нелінійні системи автоматичного керування**, до якого ввійшли питання про: загальні відомості про нелінійні САК; властивості нелінійних систем; типові нелінійності; вплив нелінійності на роботу САК; методи дослідження нелінійних систем; стійкість нелінійній систем; методи та критерії визначення стійкості нелінійних САК; автоколивання в нелінійній системі і методи їх аналізу.
7. **Дискретні системи автоматичного керування**, до якого увійшли питання про: загальні відомості про дискретні САК; класифікація дискретних систем; види та роди моделювання сигналів в імпульсних САК; математичний апарат для дослідження дискретних систем; аналіз стійкості та якості імпульсних САК; способи корекції імпульсних САК; адаптивні САК (загальні відомості про адаптивні САК, принципи побудови та призначення; системи екстремального керування; самоналагоджувальні САК).
8. **Елементна база електромеханічних САК**, до якого увійшли питання про: конструкцію, принцип дії та основні характеристики вимірювально-інформаційних елементів САК – датчиків; класифікація датчиків; основні показники датчиків.

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

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид. – К.: Либідь, 2007. – 656 с. – ISBN 978-966-06-0447-6.
2. Зайцев Г.Ф. та ін. Теорія автоматичного управління / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріцький; За ред. Г.Ф. Зайцева. – К.: Техніка, 2002. – 688 с. – ISBN 966-575-044-5.
3. Теорія автоматичного керування. Використання візуального моделювання для аналізу систем автоматичного керування: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни для студ. електромеханічних спец. / Уклад.: Ю.А. Гайденко, В.В. Чумак. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 68 с.
4. Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo. Automatic Control Systems. – 9th edition – USA: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 786 p. – ISBN-13 978-0470-04896-2.
5. Теорія автоматичного управління. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков,

В. П. Бунь. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 144 с. (Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41587>)

6. Дистанційний курс:

«Теорія автоматичного керування – 1» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185>

«Теорія автоматичного керування – 2» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186>

Додаткові:

7. Теорія автоматичного управління. Теорія лінійних систем автоматичного управління. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / С. А. Мураховський, Д. О. Півторак ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,04 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 94 с. (Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46987>)
8. Теорія автоматичного керування. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. В. А. Халіков. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,72 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 27 с. (Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48893>)
9. Теорія автоматичного управління. Нелінійні та дискретні системи. Навчальний посібник [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кібер-енергетичних систем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. Й. Штіфзон, П. В. Новіков. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,45 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с. (Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47637>)
10. Теорія автоматичного управління. Методи сучасної теорії керування. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О. А. Жученко, М. В. Коржик, В. І. Бородін. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 32 с. (Посилання: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35999>)

**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)
1	<b>Розділ 1. Загальні відомості про системи автоматичного керування</b> <b>Тема 1.1. Основні поняття та визначення</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Предмет теорії автоматичного керування (ТАК)</li><li>○ Основні завдання ТАК</li><li>○ Історія розвитку теорії та практики автоматичного керування</li><li>○ Головні поняття та терміни</li><li>○ Сучасний стан та тенденції розвитку систем автоматичного керування (САК)</li></ul> <p>літературні джерела: [1]с. 6-18; дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 1 <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2</a></p>

2	<p><b>Тема 1.2. Принципи керування. Класифікація САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Принцип керування за збуренням</li> <li>○ Принцип керування за відхиленням</li> <li>○ Принцип комбінованого керування</li> <li>○ Принцип адаптації</li> <li>○ Класифікація систем автоматичного керування</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 19-21.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 2  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2</a></p>
3, 4	<p><b>Тема 1.3. Математичні моделі лінійних неперервних САК і методи їх створення</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Складання вихідних диференціальних рівнянь САК</li> <li>○ Основні методи створення математичних моделей САК (класичний, операторний та частотний методи)</li> <li>○ Використання прямого та зворотного перетворення Лапласа або Карсона-Хевісайда. Перетворення Фур'є</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 66-74.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 3, 4  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-2</a></p>
5	<p><b>Розділ 2. Характеристики динамічних ланок САК</b></p> <p><b>Тема 2.1. Елементи автоматичних систем і їх характеристики. Типові ланки САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Визначення терміну "динамічна ланка"</li> <li>○ Класифікація ланок за реакцією на вхідну дію і за видом диференціального рівняння</li> <li>○ Передавальні функції динамічних ланок</li> <li>○ Часові та частотні характеристики динамічних ланок</li> </ul> <p>літературні джерела [1], с. 75-76;  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 5  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#</a></p>
6, 7	<p><b>Тема 2.2. Математичні моделі динамічних ланок</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Математичні моделі типових динамічних ланок</li> <li>○ Часові (перехідні) та частотні характеристики типових динамічних ланок</li> <li>○ Приклади типових динамічних ланок</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 76-85; с. 89-95.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 6  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-3</a></p>
8, 9	<p><b>Тема 2.3. Структурні схеми автоматичних систем</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Побудова структурної схеми як графічного зображення математичної моделі системи</li> <li>○ Типові з'єднання ланок (послідовне, паралельне, у вигляді зворотного зв'язку)</li> <li>○ Приклади складання структурних схем</li> <li>○ Правила перетворення структурних схем САК. Формула Мейсона</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 143-156.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 7  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-3</a></p>



10	<p><b>Розділ 3. Стійкість лінійних неперервних САК</b></p> <p><b>Тема 3.1. Поняття про стійкість та умова стійкості САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Математичне та фізичне уявлення про стійкість САК</li> <li>○ Умова стійкості САК за Ляпуновим</li> <li>○ Аналіз стійкості за коренями характеристичного рівняння</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 173-180.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 8  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-4</a></p>
11-14	<p><b>Тема 3.2. Критерії стійкості САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Призначення, переваги та класифікація критеріїв стійкості САК</li> <li>○ Необхідна (але недостатня) умова стійкості</li> <li>○ Критерій Раута-Гурвиця</li> <li>○ Критерій Найквіста</li> <li>○ Критерій Михайлова</li> <li>○ Узагальнений критерій стійкості (Метод D-розбиття)</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 181-220.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 9-12  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-4</a></p>
15-17	<p><b>Розділ 4. Якість лінійних неперервних САК</b></p> <p><b>Тема 4.1. Загальні відомості про якість САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Поняття про якість керування</li> <li>○ Основні способи дослідження якості САК</li> <li>○ Головні показники якості САК</li> </ul> <p><b>Тема 4.2. Точність роботи САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Визначення точності роботи системи. Похибки САК. Загальний вираз зображення похибки на базі передавальної функції САК</li> <li>○ Статичні та астатичні САК</li> <li>○ Похибки САК від зовнішніх збурень</li> <li>○ Похибки статичних та астатичних систем у квазістатичному режимі</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 241-243; с. 283-292.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 13, 14  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-5">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-5</a></p>
18, 19	<p><b>Тема 4.3. Показники якості САК, що визначаються за її перехідним процесом</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Показники якості САК, що визначаються за перехідною характеристикою</li> <li>○ Показники якості САК, що визначаються за амплітудно фазовою характеристикою</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 305-312.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 15  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-5">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-5</a></p>
20	<p><b>Розділ 5. Корекція лінійних неперервних САК</b></p> <p><b>Тема 5.1. Поняття про корекцію САК. Способи включення стабілізуючих ланок</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Протиріччя між умовами підвищення точності системи і забезпеченням її стійкості</li> <li>○ Поняття про стабілізуючий пристрій</li> <li>○ Передавальна функція системи за наявності стабілізуючих елементів</li> <li>○ Визначення параметрів стабілізуючої ланки</li> <li>○ Рекомендації по включенню стабілізуючих ланок</li> </ul>

	<p>літературні джерела: [1], с. 322-328.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 16  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-6">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-6</a></p>
21, 22	<p><b>Тема 5.2. Пристрої стабілізації/корекції САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Чотириполюсники на базі RC-контурів та RL-контурів</li> <li>○ Операційні підсилювачі</li> <li>○ Стабілізуючі трансформатори</li> <li>○ Корекція за допомогою жорстких зворотних зв'язків</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 314-321; [8], с. 161-163.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» лекція 17, 18  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-6">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185#section-6</a></p>
23, 24	<p><b>Розділ 6. Нелінійні системи автоматичного керування</b></p> <p><b>Тема 6.1. Поняття про нелінійні системи. Типові нелінійності</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості про нелінійні системи</li> <li>○ Властивості нелінійних систем</li> <li>○ Типові нелінійності електромеханічних елементів: насичення, зона нечутливості, сухе тертя, тощо</li> <li>○ Вплив нелінійності на роботу САК</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 390-402.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 1  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2</a></p>
25	<p><b>Тема 6.2. Методи дослідження нелінійних САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Точні та наближені методи дослідження нелінійних САК</li> <li>○ Метод гармонічної лінеаризації. Суть методу</li> <li>○ Фізичне обґрунтування методу на базі аналізу фільтруючих властивостей САК та комплексної еквівалентної передавальної функції нелінійної ланки</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 410-436.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 2  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2</a></p>
26- 28	<p><b>Тема 6.3. Автоколювання в нелінійних САК і методи їх аналізу</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Поняття про автоколювання. Причини їх виникнення.</li> <li>○ Дослідження автоколювань методом гармонічної лінеаризації</li> <li>○ Методи знаходження параметрів автоколювань: метод Гольдфарба та метод Попова</li> <li>○ Алгоритм дослідження системи на автоколювання за методом Гольдфарба</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 437-452.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 3, 4  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-2</a></p>
29, 30	<p><b>Розділ 7. Дискретні системи автоматичного керування</b></p> <p><b>Тема 7.1. Поняття про дискретні САК. Види дискретних систем</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості про дискретні системи</li> <li>○ Класифікація дискретних систем</li> <li>○ Імпульсні системи автоматичного керування</li> <li>○ Види та роди моделювання сигналів в імпульсних САК: АІМ, ШІМ, ФІМ, ЧІМ</li> <li>○ Цифрові системи автоматичного керування</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Релейні системи автоматичного керування</li> <li>○ Переваги та недоліки дискретних систем автоматичного регулювання</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 496-501; с. 548-552.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 5, 6  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3</a></p>
31-33	<p><b>Тема 7.2. Математичний апарат для дослідження дискретних САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості. Поняття про ґратчасті (решіткові) функції</li> <li>○ Параметри імпульсного елементу</li> <li>○ Дискретне перетворення Лапласа</li> <li>○ Z-перетворення</li> <li>○ Передавальна функція розімкненої та замкненої імпульсної системи</li> <li>○ Частотна передавальна функція імпульсної САК</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 501-521.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 7, 8  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3</a></p>
34-36	<p><b>Тема 7.3. Аналіз стійкості імпульсних САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Визначення стійкості імпульсних САК. Умови стійкості імпульсних систем</li> <li>○ Використання Z-перетворення для аналізу стійкості САК</li> <li>○ Критерії стійкості замкненої імпульсної системи: алгебраїчні (необхідна умова стійкості, критерій Раута-Гурвиця) та частотні (аналог критерію Найквіста, аналог критерію Михайлова)</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 529-536.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 9, 10  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3</a></p>
37, 38	<p><b>Тема 7.4. Аналіз якості імпульсних САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості про якість імпульсних систем в усталеному і перехідному режимах. Методи оцінки якості імпульсних систем</li> <li>○ Усталена похибка. Коефіцієнти усталеної похибки</li> <li>○ Якість перехідних процесів в імпульсних САК</li> <li>○ Непрямі оцінки якості імпульсних САК</li> <li>○ Корекція імпульсних систем</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 537-547.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 11, 12  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3</a></p>
39-41	<p><b>Тема 7.5. Адаптивні САК</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості про адаптивні САК</li> <li>○ Принципи побудови та призначення адаптивних САК</li> <li>○ Системи екстремального керування</li> <li>○ Способи пошуку екстремуму інтегрального показника якості системи</li> <li>○ Системи, що самоналагоджуються. Системи, що самоорганізуються</li> </ul> <p>літературні джерела: [1], с. 606-627.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 13, 14  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-3</a></p>



42	<p><b>Розділ 8. Елементна база електромеханічних САК</b></p> <p><b>Тема 8.1. Поняття про вимірювально-інформаційні елементи САК (датчики)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Загальні відомості про датчики. Силові елементи САК</li> <li>○ Перетворення неелектричних показників в електричний сигнал</li> <li>○ Класифікація датчиків</li> <li>○ Основні показники датчиків</li> </ul> <p>літературні джерела: [6], с. 9-11; с. 174-188.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 15  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4</a></p>
43	<p><b>Тема 8.2. Датчики опору</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Резистивні датчики</li> <li>○ Індуктивні датчики</li> <li>○ Ємнісні датчики</li> </ul> <p>літературні джерела: [6], с. 62-71.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 16  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4</a></p>
44, 45	<p><b>Тема 8.3. Датчики генераторного типу</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Електромагнітні датчики</li> <li>○ Датчики термо-ЕРС</li> <li>○ Датчики п'єзо-ЕРС</li> </ul> <p>літературні джерела: [6], с. 23-26; [8], с. 53-75.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 2» лекція 17, 18  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3186#section-4</a></p>

### **Практичні заняття**

Мета практичних занять – вироблення навичок аналізу та моделювання САК та поглиблення уявлень про електромеханічні елементи систем автоматики. Кожне практичне заняття розраховано на 2 аудиторні години.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p>Вводне заняття. Використання перетворення Лапласа або Карсона-Хевісайда в ТАК</p> <p>літературні джерела: [12], с. 122-135; с. 455-456.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темою 1.3  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
2-4	<p>Математичні моделі типових динамічних ланок і методи їх створення</p> <p>літературні джерела: [12], с. 9-31; с. 114-135.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темами: 1.3; 2.1 та 2.2.  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
5	<p>Структурні схеми автоматичних систем. Правила перетворення структурних схем САК. Формула Мейсона</p> <p>літературні джерела: [12], с. 32-36.  дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темою 2.3.  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>

6, 7	<p>Стійкість лінійних неперервних САК. Критерії стійкості САК</p> <p>літературні джерела: [12], с. 11-27; с. 86-113.</p> <p>дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темою 3.2.  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
8	<p>Точність роботи САК. Визначення статичної похибки. Поняття «статизм».</p> <p>літературні джерела: [12], с. 162-172; с. 188-197.</p> <p>дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темою 4.2.  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
9	<p>Корекція лінійних неперервних САК. Рекомендації по включенню стабілізуючих ланок</p> <p>літературні джерела: [12], с. 218-228.</p> <p>дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» підбірка задач за темою 5.1.  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>

### Комп'ютерні практикуми

№ з/п	Короткий зміст комп'ютерного практикуму
1	<p style="text-align: center;"><b>ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ</b> (Комп'ютерний практикум №1)</p> <p><b>Мета роботи</b> – вивчення типових динамічних ланок лінійних автоматичних систем і їх характеристик.</p> <p><b>Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погодити з викладачем завдання щодо типу і параметрів досліджуваних динамічних ланок.</li> <li>2. За допомогою пакету функцій пакету MATLAB побудувати реакцію кожної типової ланки на ступінчастий вхідний сигнал <math>1(t)</math> (функція Хевісайда).</li> <li>3. Визначити вплив параметрів (коефіцієнту підсилення <math>k</math> та постійних часу <math>T_1</math> та <math>T_2</math>) на характер перехідної характеристики <math>h(t)</math> <u>коливної</u> ланки.</li> <li>4. Обчислити та побудувати амплітудно-фазо-частотні (АФЧХ) характеристики заданих динамічних ланок за допомогою пакету MATLAB.</li> <li>5. Знайти та описати у «Висновках» спільні та відмінні риси перехідних характеристик та АФЧХ динамічних ланок, які входять, відповідно, до груп: Статичних, Інтегруючих та Диференціюючих</li> </ol> <p>Література: [3], с.17-27  Дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1»  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
2	<p style="text-align: center;"><b>АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЗАМКНЕНИХ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ</b> (Комп'ютерний практикум №2)</p> <p><b>Мета роботи</b> – дослідження стійкості замкненої автоматичної системи, представленої у вигляді її передавальної функції в розімкненому стані.</p> <p><b>Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погодити з викладачем варіант завдання в якому зазначена передавальна функція досліджуваної системи автоматичного керування (САК) в розімкненому стані.</li> <li>2. Визначити передавальну функцію заданої САК в замкненому стані.</li> </ol>

	<p>3. Побудувати перехідну характеристику (реакцію на ступінчастий вхідний сигнал [функція Хевісайда]) заданої САК в розімкненому та замкненому стані.</p> <p>4. Перевірити замкнену САК на стійкість за допомогою критерію Раута-Гурвиця.</p> <p>5. Перевірити <u>замкнену</u> САК на стійкість за допомогою критерію Найквіста. Для цього потрібно побудувати <u>годограф</u> Найквіста розімкненої системи, на підставі якого зробити висновок про стійкість і розімкненої і замкненої системи.</p> <p>Література: [3], с.42-50 Дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
3	<p style="text-align: center;"><b>АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ СТАТИЧНИХ СИСТЕМ</b> (Комп'ютерний практикум №3)</p> <p><b>Мета роботи</b> – проаналізувати перехідні характеристики статичних систем автоматичного керування.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погодити з викладачем варіант завдання де зазначена принципова схема статичної САК, а також вхідні дані елементів САК.</li> <li>2. На основі принципової схеми скласти структурну схему САК та визначити параметри (коефіцієнти підсилення і постійні часу) передавальних функцій елементів (ланок) САК.</li> <li>3. В системі Simulink скласти S-модель структурної схеми САК. Побудувати перехідну характеристику по якій визначити стійкість або нестійкість системи.</li> <li>4. Якщо система стійка – визначити її динамічні характеристики (параметри перехідного процесу), а саме: тривалість перехідного процесу, перерегулювання, частоту коливань, час наростання вихідного сигналу, час досягнення максимуму, а також статичну похибку системи.</li> <li>5. Якщо система нестійка – застабілізувати її шляхом введення одного або декількох гнучких негативних зворотних зв'язків які містять стабілізуючу ланку типу <math>D(p) = \frac{T \cdot p}{T \cdot p + 1}</math>. Підібрати необхідне значення сталої часу T стабілізуючої ланки. Після чого виконати пункт 4.</li> </ol> <p>Література: [3], с.51-61 Дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
4	<p style="text-align: center;"><b>АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ АСТАТИЧНИХ СИСТЕМ</b> (Комп'ютерний практикум №4)</p> <p><b>Мета роботи</b> – проаналізувати перехідні характеристики астатичних систем автоматичного керування.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Погодити з викладачем варіант завдання де зазначена принципова схема астатичної САК, а також вхідні дані елементів САК.</li> <li>2. На основі <u>принципової</u> схеми скласти <u>структурну</u> схему САК та визначити параметри (коефіцієнти підсилення і постійні часу) передавальних функцій елементів (ланок) САК.</li> <li>3. В системі Simulink скласти S-модель структурної схеми САК. Побудувати перехідну характеристику по якій визначити стійкість або нестійкість системи.</li> <li>4. Якщо система стійка – визначити її динамічні характеристики (параметри перехідного процесу), а саме: тривалість перехідного процесу, перерегулювання,</li> </ol>

	<p>частоту коливань, час наростання вихідного сигналу, час досягнення максимуму, а також похибку системи.</p> <p>5. Якщо система нестійка – застабілізувати її шляхом введення жорстких від’ємних зворотних зв’язків навколо інтегруючих ланок, а також введення одного або декількох гнучких від’ємних зворотних зв’язків які містять стабілізуючу ланку типу <math>D(p) = \frac{T \cdot p}{T \cdot p + 1}</math>. Підібрати необхідне значення сталої часу <math>T</math> стабілізуючої ланки. Після чого виконати пункт 4.</p> <p>6. В склад стійкої/застабілізованої системи включити блок нелінійності (виконавчий двигун постійного струму має нелінійність типу «зони нечуттєвості» з напругою зрушення <math>U_{зр}</math>). Обчислити перехідну характеристику і порівняти її з характеристикою отриманою в п.4.</p> <p>Література: [3], с.62-66  Дистанційний курс «Теорія автоматичного керування – 1»  <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3185</a></p>
--	--

## 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	9
2	Проведення розрахунків та оформлення протоколів комп’ютерних практикумів	24
3	Розв’язок задач	18
4	Виконання розрахункової роботи (РР)	14
5	Підготовка до МКР	22
6	Підготовка до екзамену	12
<b>РАЗОМ:</b>		<b>99</b>

## 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. Відпрацювання комп’ютерних практикумів з дисципліни є обов’язковою умовою допуску до екзамену;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних 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 комп’ютерних практикумів: комп’ютерні практикуми захищаються кожним студентом індивідуально. Відповіді студента можуть оцінюватись в результаті усної співбесіди з викладачем або шляхом комп’ютерного тестування;
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової роботи (РР) з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із

нарахованими балами за результатами перевірки РР (за умови дотримання календарного плану виконання РР);

- 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 з дисципліни «Теорія автоматичного керування», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РР та несвоєчасний захист комп'ютерних практикумів.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РР та несвоєчасний захист комп'ютерних практикумів передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту комп'ютерних практикумів та 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»;
- 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:** Розрахункова робота (РР), МКР (складається з трьох частин).

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

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, зарахування усіх комп'ютерних практикумів, 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
Не виконані умови допуску	Не допущено



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

- виконання та захист **4** комп'ютерних практикумів;
- виконання **1** розрахункової роботи (PP) в рамках індивідуального завдання;
- виконання **1** (складається з трьох частин) модульної контрольної роботи (МКР).

<b>Розв'язання задач</b>	<b>Комп'ютерні практикуми</b>	<b>PP</b>	<b>МКР</b>	<b>R<sub>c</sub></b>	<b>R<sub>ε</sub></b>	<b>R</b>
4	28	7	21	60	40	100

#### **Розв'язання задач на практичних заняттях**

Ваговий бал – **0,5**.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – **0,5 × 8 = 4 бали**.

##### Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 0,5;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0,25;

#### **Виконання та захист комп'ютерних практикумів**

Ваговий бал – **7**.

Максимальна кількість балів за всі комп'ютерні практикуми дорівнює **7 × 4 = 28 балів**.

##### Критерії оцінювання

- Повне виконання завдання в системі MATLAB-Simulink, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – **7 балів**;
- виконання попереднього пункту з такими недоліками як: незначними помилками в розрахунках або неякісне оформлення протоколу – **4 ... 6 балів**;
- суттєві помилки у виконаному завданні але повне розуміння теми і матеріалу комп'ютерного практикуму – **2 ... 3 балів**;
- неповна або неточна відповідь при захисті практикуму і погане оформлення протоколу – **1 бал**;
- практикум у цілому незахищена при наявному оформленому протоколі – **0 балів**.

#### **Індивідуальне семестрове завдання (PP)**

Ваговий бал – **7**.

Максимальна кількість балів за виконання PP – **7 × 1 = 7 балів**.

##### Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – **7 балів**;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – **4...6 балів**;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – **1...3 балів**;
- розрахунок неправильний – **0 балів**;
- на виконання PP відводять 3 тижні з моменту видачі завдання; здача PP після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу **-1** за кожен тиждень понад встановлений термін.

## Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 7.

Максимальний бал за МКР –  $7 \times 3 = 21$  бал.

### Критерії оцінювання

- Повне і точне виконання – **7 балів**.
- Відповіді неточні є окремі несуттєві помилки – **4...6 балів**.
- Відповіді неповні, є окремі суттєві помилки – **1...3 балів**.
- Відповіді неправильні – **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 однієї задачі.

Якщо поточний рейтинг  $r_c \geq 0,6R$ , тобто **60 балів і більше** – за бажанням студента, рейтинговий бал  $r_c$  може бути зарахований автоматично без складання екзамену.

Якщо поточний рейтинг  $r_c$  в межах  $(0,3 \dots 0,59) \cdot R$ , тобто **30 ... 59 балів** – студент обов'язково виконує екзаменаційну роботу.

Максимальна кількість балів екзамену –  $R_E = 40$  балів.

### Критерії оцінювання екзамену

- повне і правильне виконання завдання; вичерпні і логічні відповіді на всі питання (при необхідності, і на додаткові) –  $R_E = 35...40$  балів;
- відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни –  $R_E = 25...34$  балів.
- повне виконання завдання з суттєвими помилками, часткова відповідь на питання та/або допущення окремих несуттєвих помилок при відповіді на питання Відповіді непослідовні і нечіткі –  $R_E = 15...24$  балів.
- неповне виконання (або невиконання) завдання. У відповіді студент припускається суттєвих помилок, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання –  $R_E < 15$  балів.

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

### **Перелік тем (питань), які виносяться на семестровий контроль**

1. Базові поняття та терміни (автоматика, об'єкт керування, система керування, сигнал, зворотний зв'язок, тощо);
2. Принципи функціонування САК, їх переваги та недоліки. Класифікація САК.
3. Характеристики елементів автоматичного керування (статична, динамічна). Класифікація динамічних ланок;
4. Зворотні зв'язки (визначення, класифікація). Передавальна функція системи охопленої зворотним зв'язком;
5. Типова динамічна ланка (визначення, класифікація). Передавальна функція (визначення і область застосування);
6. Часові характеристики ланок та систем;

7. Частотні характеристики ланок та систем, їх переваги, недоліки та область застосування;
8. Аперіодична ланка 1-го порядку, її часова та частотна характеристики;
9. Аперіодична ланка 2-го порядку, її часова та частотна характеристики;
10. Коливальна ланка, її часова та частотна характеристики;
11. Інтегруюча ланка, її часова та частотна характеристики;
12. Диференціююча ланка, її часова та частотна характеристики;
13. Класичний метод створення математичних моделей САК, його переваги, недоліки та область застосування;
14. Операторний метод створення математичних моделей САК (пряме та зворотне перетворення), його переваги, недоліки та область застосування. Перетворення Карсона-Хевісайда;
15. Частотний метод створення математичних моделей САК;
16. Зображення САК через функціональну, принципову та структурну схеми. Способи включення ланок в структурній схемі;
17. Передавальна функція диференційне та характеристичне рівняння розімкненої та замкненої САК;
18. Фізичне та математичне визначення стійкості. Стійкість за Ляпуновим;
19. Умова стійкості системи по Ляпунову. Описати випадки знаходження системи на аперіодичній та коливальній межі стійкості;
20. Критерії стійкості як опосередковані методи аналізу стійкості системи, їх призначення та класифікація;
21. Критерій стійкості Раута-Гурвиця;
22. Критерій стійкості Найквіста;
23. Критерій стійкості Михайлова;
24. Визначення меж стійкості методом  $D$ -розподілу (узагальнений критерій стійкості);
25. Показники якості САК, що визначаються за її перехідним процесом;
26. Показники якості САК, що визначаються за її АФЧХ;
27. Оцінка та показники якості роботи САК. Структурна та відносна похибка систем у усталеному режимі;
28. Статична похибка від збурення в статичних та астатичних системах;
29. Статичні та астатичні САК. Значення похибки в цих системах. Статизм;
30. Похибка статичних та астатичних систем у квазістатичному режимі;
31. Призначення, способи ввімкнення в систему та принцип роботи стабілізуючих елементів;
32. Передавальна функція САК при наявності в ній стабілізуючої ланки. Вироджене характеристичне рівняння.
33. Нелінійні САК. Вплив нелінійностей на роботу системи.
34. Типові нелінійності реальних елементів САК.
35. Методи дослідження нелінійних САК. Метод гармонічної лінеаризації та його використання.
36. Стійкість автоколивальних в нелінійних САК.
37. Автоколивання в нелінійних системах. Алгоритм дослідження системи на автоколивання.
38. Дослідження автоколивальних методом гармонічної лінеаризації.
39. Умови генерації автоколивальних у системах автоматики.
40. Метод Гольдфарба для визначення параметрів автоколивальних.
41. Метод Попова для визначення параметрів автоколивальних.
42. Дискретні системи керування, їх переваги та недоліки. Види дискретних систем.
43. Імпульсна система керування. Модуляція сигналу в імпульсних САК.
44. Цифрова система керування. Модуляція сигналу в цифрових САК.
45. Релейна система керування. Модуляція сигналу в релейних САК. Навести приклад.

46. Параметри імпульсного елемента. Формування прямокутного імпульсу.
47. Дискретне перетворення Лапласа та Z-перетворення.
48. Передавальна функція (дискретна та частотна) імпульсної системи.
49. Стійкість імпульсних систем. Умови стійкості та знаходження системи на межі стійкості.
50. Алгебраїчні критерії стійкості імпульсних систем. W-перетворення.
51. Аналог критерію Михайлова для дослідження стійкості імпульсних систем.
52. Аналог критерію Найквіста для дослідження стійкості імпульсних систем.
53. Точність роботи імпульсних систем. Усталена похибка, коефіцієнти похибок. Статичні і астатичні імпульсні системи
54. Оцінка якості перехідних процесів імпульсних систем.
55. Непрямі оцінки якості імпульсних систем.
56. Корекція імпульсних систем.
57. Призначення та принцип роботи адаптивних систем. Функціональна схема адаптивної системи на прикладі екстремальної САК.
58. Принцип роботи та функціональна схема екстремальної САК. Умова екстремуму показника якості роботи системи.
59. Способи пошуку екстремуму інтегрального критерію якості роботи САК.
60. Призначення, принцип роботи та структурна схема самоналагоджувальної системи регулювання з розімкненими ланцюгами самоналагодження.
61. Призначення, принцип роботи та структурна схема самоналагоджувальної системи регулювання з замкненими ланцюгами самоналагодження та з екстремальним самоналагодженням.

**Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів** за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у **Положенні про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті** (затверджено та уведено в дію наказом від 09.05.2023 р. № НОН/157/2023)

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

**Складено** доцентом кафедри електромеханіки ФЕА, к.т.н., доц. Гайдено Ю. А.

**Ухвалено** кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 14 від 22.05.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 20.06.2024 р.)

---

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