



# Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів

## 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>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Ср. 08:30 – 10:05; Пт. 08:30 – 10:05 (1 тиждень навчання)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор та практичні заняття: к.т.н., ст. викл. Кулаковський Леонід Ярославович; e-mail: <a href="mailto:kulakovskiy@ukr.net">kulakovskiy@ukr.net</a>; тел. +38-06=97-453-65-46 (08:00 – 16:00)</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/u/1/c/MTU5Mjc1MzY1NjQ0">https://classroom.google.com/u/1/c/MTU5Mjc1MzY1NjQ0</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- проводити аналіз та синтез лінійних і нелінійних систем автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем, використовуючи основні положення теорії керування;

- використовувати спеціальних методів побудови та дослідження цифрових, оптимальних та адаптивних систем.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **ЗНАННЯ:**

- методів дослідження автоматичних та автоматизованих систем управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем;

- розрахунку систем автоматичного керування на стійкість.

#### **УМІННЯ:**

- проводити оцінку системи автоматичного керування за критеріями стійкості та досить складними технологічними процесами

- виконувати розрахунки конкретних пристроїв та систем автоматизації на основі типових регуляторів та контролерів

- давати оцінку перевагам автоматизації, яка полягає у забезпеченні зростання продуктивності та поліпшення умов праці; виконання робіт у важкодоступних чи взагалі

недоступних для людини сферах; підвищення точності, якості технологічних процесів; зростання надійності та техніко-економічних показників і загальної культури виробництва.

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

Дисципліна будується на широкій основі з ряду інших дисциплін: механіки, фізики, математики, електроніки, електричних машин, електропривода, гідравліки, обчислювальної техніки, гідропривода та деяких інших, які відображають специфіку об'єктів регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем та керування.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

Найменування розділів, тем	Розподіл навчального плану за видами занять					
	Всього	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Індив. заняття	СРС
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<b>Розділ 1. Основи теорії автоматичних систем управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем безперервної дії</b>						
Тема 1.1. Загальні принципи побудови автоматичних систем управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем	14	4	4	-	2	6
Тема 1.2. Методи математичного опису елементів і систем управління.	24	8	8	-	4	8
Тема 1.3. Динамічні характеристики типових ланок та систем.	36	6	8	12	3	10
Тема 1.4. Аналіз стійкості лінійних систем	20	6	6	2	3	6
<b>Розділ 2. Методи оцінки стійкості та якості лінійних систем.</b>						
Тема 2.1. Методи оцінки якості процесу регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем.	18	4	4	2	3	8
Тема 2.2. Способи поліпшення якості управління (задачі синтезу)	17	4	6	2	3	7
Тема 2.3. Імпульсні та цифрові лінійні САК	34	18	4	-	-	12
<b>ВСЬОГО В СЕМЕСТРІ:</b>	<b>180</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – К.: "Либідь", 1997. – 410 с.

2. Гоголюк П.Ф. Теорія автоматичного керування: Підручник / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин– Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. – 285 с.

3. Власов К.П. Теория автоматического управления. – Харьков.: Изд-во "Гуманитарный центр", 2007. – 526 с.

#### Допоміжна

4. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. – М.: Энергия, 1965. – 396 с.

5. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник Авт. Сорока К.О. – Харків, ХНАМГ, 2006 – 187 с.

6. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. – М.: Машиностроение, 1986 – 332 с.

7. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. Под. ред. В.А. Бесекерского. – М.: Наука, 1978. – 587 с.

8. Задачник по теории автоматического управления. Под. ред. А.С. Шаталова. – М.: Энергия, 1979. – 540 с.

9. Лукас В.А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 414с.

### Навчальний контент

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

<i>Тиждень</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>	<i>Реком. час на СРС</i>
1	<b>Лекція 1.</b> Мета і завдання курсу. Історичні аспекти розвитку ТАК. Класифікація автоматичних систем. Функціональні і алгоритмічні (структурні) схеми САК. <b>Практичне заняття 1.</b> Складання функціональних схем САР на основі принципіальних схем функціонування робочого процесу	2
2	<b>Лекція 2.</b> Статичні і динамічні характеристики елементів (ланок) САК. Лінеаризація нелінійних рівнянь. Статистичні характеристики САК. Зворотні зв'язки в системах автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. <b>Практичне заняття 2.</b> Основи рівнянь ланок і систем автоматичного керування. <b>Комп'ютерний практикум 1.</b> Вступне заняття. Дослідження динамічних характеристик аперіодичної ланки першого порядку	2
3	<b>Лекція 3.</b> Статичні системи регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. Точність статичних систем. Статична похибка знаходження параметрів САР по заданій статичній похибці. <b>Практичне заняття 3.</b> Основи рівнянь ланок і систем автоматичного керування.	2
4	<b>Лекція 4.</b> Розрахунки лінійних диференціальних рівнянь САР. Класичний метод. Операторний метод. <b>Практичне заняття 4.</b> Складання структурних схем та їх перетворення. <b>Комп'ютерний практикум 2.</b> Дослідження динамічних характеристик аперіодичної ланки першого порядку	2

5	<p><b>Лекція 5.</b> Принципи автоматичного керування. Керування за збуренням, за відхиленням.</p> <p><b>Практичне заняття 5.</b> Складання структурних схем та їх перетворення.</p>	2
6	<p><b>Лекція 6.</b> Комбіновані системи автоматичного керування. Форми запису рівнянь динаміки. Передаточні функції.</p> <p><b>Практичне заняття 6.</b> Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.</p> <p><b>Комп'ютерний практикум 3.</b> Дослідження динамічних характеристик інерційної ланки другого порядку</p>	2
7	<p><b>Лекція 7.</b> Структурні схеми та їх перетворення. Передаточні функції одно контурних і багато контурних замкнутих систем та їх рівняння.</p> <p><b>Практичне заняття 7.</b> Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.</p>	2
8	<p><b>Лекція 8.</b> Частотні та логарифмічні частотні характеристики. Математичні моделі типових елементів (ланок) САР.</p> <p><b>Практичне заняття 8.</b> Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.</p> <p><b>Комп'ютерний практикум 4.</b> Дослідження динамічних характеристик інерційного диференціюючої ланки</p>	2
9	<p><b>Лекція 9.</b> Передаточні функції і частотні характеристики типових елементів: підсилювального, інтегруючого, диференціюючого.</p> <p><b>Практичне заняття 9.</b> Написання модульної КР</p>	3
10	<p><b>Лекція 10.</b> Передаточні функції і частотні характеристики типових елементів аперіодичної ланки першого порядку, коливальної.</p> <p><b>Лекція 11.</b> Квантування та модуляція неперервних сигналів.</p> <p><b>Практичне заняття 10.</b> Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.</p> <p><b>Комп'ютерний практикум 5.</b> Дослідження динамічних характеристик інтегродиференціюючої ланки</p>	2
11	<p><b>Лекція 12.</b> Передаточні функції і частотні характеристики реального диференціюючого елементів.</p> <p><b>Лекція 13.</b> Лінійні імпульсні системи.</p> <p><b>Практичне заняття 11.</b> Методи оцінки стійкості і якості лінійних систем</p>	2
12	<p><b>Лекція 14.</b> Стійкість безперервних лінійних САК. Поняття стійкості САК. Алгебраїчні критерії стійкості. Критерій стійкості Гурвіца.</p> <p><b>Лекція 15.</b> Імпульсна САУ як з'єднання імпульсного елемента та неперервної частини.</p> <p><b>Практичне заняття 12.</b> Аналіз стійкості САК за допомогою критерію Гурвіца</p> <p><b>Комп'ютерний практикум 6.</b> Дослідження лінійної статичної системи автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем</p>	2
13	<p><b>Лекція 16.</b> Частотні критерії стійкості. Критерій Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Аналіз стійкості за параметричними частотними характеристиками.</p> <p><b>Лекція 17.</b> Математична модель реального імпульсного елемента та</p>	2

	імпульсної системи в цілому <b>Практичне заняття 13.</b> Аналіз стійкості САК за допомогою критеріїв Михайлова, Найквіста.	
14	<b>Лекція 18.</b> Якість лінійних неперервних САК та методи їх оцінки. Оцінка якості САК за коренями характеристичного рівняння. Вплив на процес регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем малих параметрів. <b>Лекція 19.</b> Z-перетворення. Різнісні рівняння <b>Практичне заняття 14.</b> Аналіз стійкості САК за допомогою критеріїв Михайлова, Найквіста. <b>Комп'ютерний практикум 7.</b> Корекція системи управління за допомогою послідовних корегуючих пристроїв	2
15	<b>Лекція 20.</b> Оцінка якості САК по вигляду логарифмічних частотних характеристик розімкнутих систем автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. <b>Лекція 21.</b> Дискретне перетворення Лапласа. <b>Практичне заняття 15.</b> Синтез коригуючих пристроїв.	3
16	<b>Лекція 22.</b> Способи підвищення якості управління САК. Задачі синтезу систем. Загальна характеристика задач теоретичного синтезу, поняття про структурний та параметричний синтез. <b>Лекція 23.</b> Гратчаста функція та різнісні рівняння. <b>Практичне заняття 16.</b> Знаходження коригуючих пристроїв методом логарифмічних частотних характеристик. <b>Комп'ютерний практикум 8.</b> Корекція системи управління за допомогою послідовних корегуючих пристроїв	3
17	<b>Лекція 24.</b> Підвищення якості перехідного процесу за допомогою послідовних і паралельних коригуючих пристроїв. Знаходження структури і параметрів коригуючих пристроїв по логарифмічних частотних характеристиках. <b>Лекція 25.</b> Застосування критеріїв стійкості до імпульсних систем. Застосування критеріїв стійкості до імпульсних систем. <b>Практичне заняття 17.</b> Знаходження коригуючих пристроїв методом логарифмічних частотних характеристик.	2
18	Залікова контрольна робота <b>Практичне заняття 18.</b> Знаходження коригуючих пристроїв методом логарифмічних частотних характеристик. <b>Комп'ютерний практикум 9.</b> Дослідження динамічних характеристик системи підлеглого регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем координат	6

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посилання на літературу)
1	Поняття про управління та регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем. Коротка довідка з розвитку теорії і техніки автоматичного управління. Завдання на СРС: Об'єкт управління, керовані величини, збурення і керуючі впливи. Управління, мета управління.

	Література: 1 (с. 31-33), 2, 3.
2	Ручне, автоматизоване і автоматичне управління. Принципи автоматичного управління. Завдання на СРС: Регулювання за відхиленням, збуренням, комбіновані АСР. Основні функціональні елементи САУ. Література: 1 (с. 60-71), 2, 4.
3	Закони управління та автоматичні регулятори. Завдання на СРС: Системи автоматичної стабілізації. Література: 1(с. 39-46), 2, 4.
4	Системи програмного управління. Системи, які слідкують. Завдання на СРС: Лінійні імпульсні системи. Література: 3 (с. 19-37), 2, 4.
5	Статичні та динамічні характеристики. Завдання на СРС: Форми запису диференційних рівнянь. Література: 1 (с. 12-15), 2, 3.
6	Поняття про нелінійні системи. Завдання на СРС: Цифрові системи. Література: 1 (с. 116-122), 2, 3.
7	Поняття про моделі САУ, статичні та динамічні характеристики. Завдання на СРС: Фізичні та математичні моделі. Література: 1 (с. 71-77), 2, 3.
8	Диференційні рівняння елементів і систем. Методика складання диференційних рівнянь. Завдання на СРС: Лінеаризація. Література: 1 (с. 71-73), 2, 4.
9	Функція передачі у зображеннях за Лапласом та в операційній формі. Завдання на СРС: Форми запису диференційних рівнянь. Література: 1 (с. 71-73), 2.
10	Перехідна, вагова та частотна функції. Завдання на СРС: Структурні схеми САУ. Література: 1 (с. 77-95), 2, 3.
11	Методи визначення перехідних та вагових функцій. Завдання на СРС: Побудова перехідних характеристик. Література: 1 (с. 140-171), 2, 3.
12	Типові ланки та їх часові й частотні характеристики (підсилювальна, аперіодична, ідеальна та реальна диференціююча, інтегруюча, коливальна ланки та ланка запізнення) Завдання на СРС: Ланки з розподіленими параметрами. Література: 1 (с. 171-181), 3.
13	З'єднання ланок. Завдання на СРС: Перетворення структурних схем. Література: 1 (с. 181-183), 2, 3.
14	Функції передачі замкненої системи за завданням, за збуренням та за похибкою. Впливи на систему та вимоги до процесу управління. Завдання на СРС: Детерміновані та випадкові впливи через завдання та реакція на них. Детерміновані та випадкові впливи через збурення, та реакція на них. Література: 1 (с. 193-196), 3.

15	Визначення стійкості динамічної системи. Завдання на СРС: Математична умова стійкості. Література: 1 (с. 196-225), 2, 3.
16	Загальна характеристика критеріїв стійкості. Завдання на СРС: Запас стійкості. Література: 1 (с. 228-234), 3.
17	Стационарні (усталені) режими лінійних САУ. Завдання на СРС: Усталені режими лінійних САУ при регулярних впливах. Література: 1 (с. 234-258), 2.
18	Усталені режими лінійних САУ при випадкових впливах. Завдання на СРС: Статичні та астатичні САУ. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
19	Способи зменшення статичної похибки. Завдання на СРС: Види перехідних процесів. Література: 2 (с. 90-103), 4, 3.
20	Показники якості (час регулювання, перерегулювання, статична помилка та ін.) Завдання на СРС: Прямі оцінки якості. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
21	Оцінювання якості САУ при довільних впливах. Завдання на СРС: Види довільних сигналів. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
22	Визначення коефіцієнтів помилок. Завдання на СРС: Порядок астатизму. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
23	Ідентифікація за частотними характеристиками. Завдання на СРС: Ідентифікація об'єктів регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем за перехідними та ваговими характеристиками. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
24	Наближені методи вибору закону регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем та параметрів регулювальників. Типові закони регулювання. Завдання на СРС: Інженерні методи вибору закону регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем та розрахунку параметрів регулювальника. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
25	Синтез САУ за ЛЧХ та на базі кореневих методів. Синтез САУ за ЛЧХ. Завдання на СРС: Синтез САУ на базі кореневих методів. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
26	Способи підвищення якості управління САК. Задачі синтезу систем. Завдання на СРС: Загальна характеристика задач теоретичного синтезу, поняття про структурний та параметричний синтез. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.
27	Квантування та модуляція неперервних сигналів. Види імпульсної модуляції. Лінійні імпульсні системи. Завдання на СРС: Застосування критеріїв стійкості до імпульсних систем. Література: 2 (с. 65-73), 4, 3.

### Практичні заняття

Практичні заняття з дисципліни проводяться викладачем згідно навчального плану. **Основною ціллю** практичних занять є закріплення теоретичних положень і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

№ п/п	Зміст	Кількість годин	Література
1.	2.	3.	4.
<b>Розділ 2. Лінійне програмування</b>			
1.	Складання функціональних схем САР на основі принципових схем	4	1 (12-56 с.)
2.	Дослідження динамічних характеристик ланок	4	1 (34-64 с.)
3.	Складання структурних схем та їх перетворення.	6	2 (18-28 с.)
4.	Побудова частотних характеристик типових ланок та систем.	4	2 (18-42 с.)
<b>Розділ 3. Нелінійне програмування в задачах управління</b>			
5.	Методи оцінки стійкості і якості лінійних систем	4	3
6.	Аналіз стійкості САК	6	3
7.	Синтез коригуючих пристроїв.	4	4
8.	Знаходження коригуючих пристроїв методом логарифмічних частотних характеристик.	4	4

#### **6. Самостійна робота студента**

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС	Література
1-2	Побудова статичних характеристик групи ланок послідовного, паралельного з'єднання та із зворотними зв'язками.	1 (с. 12-15), 2, 3.	1
3	Взаємозалежність точності САК і коефіцієнтів підсилення окремих ланок.	1 (с. 31-33), 2, 3.	1
4-5	Вирази передаточних функцій САР за збуренням і за відхиленням, та їх побудова.	1(с. 39-46), 2, 4.	1
6-8	Суть методу змінних стану, рівняння та схеми змінних стану в загальному вигляді.	1 (с. 77-95), 2, 3.	1
9-10	Причини появи помилок в САР, вплив замикання системи на помилки.	1 (с. 140-171), 2, 3.	1
11-12	Визначення запасу і межі стійкості систем автоматичного керування.	1 (с. 171-181), 3.	1
13-14	Показники, які характеризують коливальні перехідні процеси та фактори, від яких залежить якість САК.	1 (с. 228-234), 3.	1
15-17	Коефіцієнти помилок у лінійних САР, вплив замикання системи на її якість.	1 (с. 234-258), 2.	1

Основною формою індивідуальної роботи студентів є виконання ними **графічної розрахункової роботи (передбачається 30 годин СРС)**. Метою виконання графічної розрахункової роботи є закріплення і поглиблення теоретичних знань та практичних умінь, одержаних студентами на лекційних та практичних заняттях.



Зміст розрахункової роботи полягає в тому, що студентам на підставі наданих їм індивідуальних завдань потрібно, використовуючи методи розрахунку задач математичного програмування, знайти оптимальні режими роботи об'єктів.

Студенти повинні отримати результати обчислень для своїх варіантів вихідних даних та представляють їх у звіті про виконання РГР.

Варіанти завдань та рекомендації щодо виконання РГР зазначені у методичних вказівках до виконання розрахункової роботи з даного кредитного модуля.

### **ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ**

Перше завдання полягає у дослідженні якості лінійних систем. При його виконанні знаходиться передавальна функція з'єднання ланок заданого типу із заданими параметрами, складається структурна схема автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем в середовищі Matlab. Після цього будуються графіки перехідних процесів амплітудно-фазово-частотної характеристики та амплітудно-частотної характеристики.

Друге завдання полягає у спрощенні заданої функціональної схеми системи та знаходженні її еквівалентної передавальної функції САК.

#### **Порядок виконання 1 завдання:**

1. Знайти передавальну функцію з'єднання ланок (послідовного, паралельного або із зворотнім зв'язком) заданого типу із заданими параметрами.
2. Скласти схему системи автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем в середовищі Matlab та отримати графік перехідного процесу.
3. Побудувати графік АФЧХ (амплітудно-фазово-частотна характеристика) та АЧХ (амплітудно-частотної характеристика) заданої системи автоматичного керування.
4. Побудувати ЛАЧХ системи автоматичного керування.

В завданні 2 необхідно спростити функціональну схему системи і знайти еквівалентну передавальну функцію САК.

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

Політика навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи прийняття рішень» заснована на корпоративній політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи прийняття рішень» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок працювати з системами комп'ютерної математики. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- чотири відповіді на 18 практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті у середньому оцінюються 5 студентів (при чисельності групи 20 осіб –  $18 \times 5 / 20 \approx 4$  відп.);
- бали за присутність на лекційних заняттях;
- модульна контрольна робота;
- виконання розрахунково-графічної роботи;
- виконання та захист комп'ютерних практикумів/

### 2. Критерії нарахування балів:

Оцінювання результатів роботи студентів наведено в рейтинговій системі оцінювання. Основні частини та опис наведені нижче.

#### Система рейтингових балів та критерії оцінювання

##### 1. Лекції.

присутність на лекції та повний конспект лекції	0,5
присутність на лекції та неповний конспект лекції	0,25
конспект заняття (обов'язково), пропущеного з поважної причини	0,5
конспект заняття (обов'язково), пропущеного без поважних причин	0,25
заохочення за конспектування додаткових тем	0,5

##### 2. Захист комп'ютерних практикумів.

- якісне підготовка завдання, вчасний і відмінний захист	3 бали
- добра підготовка завдання, вчасний її захист	2 бали
- задовільна підготовка завдання, вчасний захист	1 бал
- задовільна підготовка завдання, невчасний захист	0,5 балів

##### 3. Відповіді на практичних заняттях.

- повна відповідь на поставлене питання або розв'язання задачі біля дошки	1 бал
- участь у роботі практичного заняття (присутність)	0 балів
- відсутність на практичному занятті без поважної причини	мінус 1 бал

##### 4. Модульна контрольна робота.

Протягом семестру проводиться модульна контрольна робота для якої встановлюються такі критерії оцінювання:

- задача вирішена правильно	3 бали
- правильна відповідь на тестові завдання (запитання). Правильна відповідь на одне тестове питання – 0,5 балів	0,5 бала * 14 запитань = 7 балів
- незначні помилки у вирішенні задач	2 бали
- значні помилки у вирішенні задач	1 бал
- невірне вирішення задач	0 балів

У разі відсутності студента на занятті, на якому проводиться модульна контрольна робота, йому зараховується мінус один бал.

З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семестру назначається один день, у який проводиться перездача робіт.

Під час проведення екзаменаційної сесії перездача робіт не проводиться.

### **5. Розрахункова графічна робота (РГР).**

- правильно і в повному обсязі виконано обидва завдання РГР	11,5 балів
- правильно виконано перше завдання РГР (кожна частина завдання оцінюється в 1,5 бала)	5,5 балів
- правильно виконано друге завдання РГР	6 балів
- незначні помилки у вирішенні завдань РГР. Неточності в оформленні роботи	10-11 балів
- незначні помилки у вирішенні завдань РГР. Незначні неточності в підрахунку або в зображенні видів частотних характеристик	5-9 балів
- значні помилки у вирішенні задач	1-4 балів
- невірне вирішення задач	0 балів

Розрахункова робота здається наприкінці семестру, на останніх практичних заняттях.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60. Необхідною умовою допуску до залікового оцінювання є написання модульної контрольної роботи, захист комп'ютерних практикумів і стартовий рейтинг не менше 30 балів.

### **6. Залікове оцінювання.** Нарахування балів за залікову контрольну роботу:

- повна відповідь (не менше 90% від потрібної інформації)	35..40
- достатньо повна відповідь (не менше 75% від потрібної інформації)	27..34
- неповна відповідь (не менше 60% від потрібної інформації)	15..26
- незадовільна відповідь (менше 60% від потрібної інформації)	0..14

Залікова контрольна робота складається з двох теоретичних питань та однієї задачі. Максимальна оцінка за кожне теоретичне питання дорівнює 10 балів, а за задачу – 20 балів.

Заохочувальні бали встановлюються за:

Виконання індивідуального семестрового завдання	в залежності від складності, але не більше 10 балів
Участі у олімпіадах з дисципліни	в залежності від результатів, але не більше 5 балів
Доповідь на відповідних студентських конференціях з тематики дисципліни та участь у конкурсах робіт	до 5 балів
Виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	до 5 балів
Підготовка реферативної роботи за темою пропущеного студентом заняття, або за темою, запропонованою викладачем (обсяг до 10 аркушів)	в залежності від розкриття студентом обраної теми, обґрунтованості висновків, але не більше 3 балів

### **Розрахунок рейтингу студента з дисципліни**

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які можуть бути отримані протягом семестру за основні (обов'язкові) види робіт:

Захист комп'ютерних практикумів	7x3=21
Присутність на лекціях та конспектування лекцій	0,5x27=13,5
Відповіді на практичних заняттях	4x1=4
Модульна контрольна робота	10
Розрахункова графічна робота	11,5
<b>РАЗОМ</b>	<b>60</b>

Рейтингова оцінка студента (RC) визначається як сума рейтингових оцінок за кожний з видів навчальної діяльності як основних (обов'язкових), так і додаткових видів робіт за кредитним модулем протягом семестру з урахуванням заохочувальних та штрафних балів.

Після складання залікового оцінювання визначається рейтингова оцінка (загальний рейтинговий бал)  $RD=RC+RE$ .

Для отримання студентом відповідної оцінки з кредитного модуля (ECTS та традиційної) його рейтингова оцінка **RD** переводиться згідно з таблицею:

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

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

В якості семестрового контролю, згідно навчального плану, студенти складають іспит

### ЗАЛІКОВІ ПИТАННЯ З КУРСУ:

- Сформулювати положення щодо об'єкту управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем, керованих величин, збурення і керуючих впливів, мети управління.
- Сформулювати принципи автоматичного управління.
- Навести та охарактеризувати основні функціональні елементи САК.
- Сформулювати особливості побудови зворотніх зв'язків в системах автоматичного регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем.
- Навести особливості функціонування статичних систем регулювання електротехнічних комплексів та мехатронних систем.
- Сформулювати точність статичних систем..
- Навести методи визначення перехідних та вагових функцій.
- Сформулювати особливості побудови перехідних характеристик, отримання частотних функцій та побудови частотних характеристик.
- Навести форми запису рівнянь динаміки та диференційних рівнянь елементів і систем.
- Сформулювати методику складання диференційних рівнянь.
- Сформулювати класичний та операторний методи розрахунки лінійних диференціальних рівнянь САК
- Сформулювати принципи автоматичного керування, керування за збуренням та за відхиленням.

13. Сформулювати суть методу змінних стану, рівняння та схеми змінних стану в загальному вигляді.
14. Навести особливості побудови структурних схем та їх перетворення.
15. Сформулювати особливості побудови частотних та логарифмічних частотних характеристик передавальних функцій.
16. Описати передаточні функції і частотні характеристики типових елементів: підсилювального, інтегруючого, диференціюючого.
17. Сформулювати особливості побудови частотних характеристик не мінімально-фазових ланок та амплітудно-фазові частотні характеристики ланок першого порядку.
18. Сформулювати особливості побудови структурних схем систем управління електротехнічних комплексів та мехатронних систем за збуренням і завданням.
19. Сформулювати поняття стійкості САК та запас стійкості.
20. Сформулювати алгебраїчні критерії стійкості та критерій стійкості Гурвіца.
21. Сформулювати частотні критерії стійкості та критерій Михайлова.
22. Сформулювати критерій стійкості Найквіста.
23. Визначення запасу і межі стійкості систем автоматичного керування.
24. Навести особливості проведення аналізу стійкості за параметричними частотними характеристиками.
25. Сформулювати умови стійкості замкнутої системи при нестійкості розімкнутої системи.
26. Навести види перехідних процесів та прямі оцінки якості.
27. Охарактеризувати показники якості (час регулювання, перерегулювання, статична помилка та ін.).
28. Навести особливості визначення коефіцієнтів помилок та порядку астатизму.
29. Навести особливості визначення резонансної частоти та частоти зрізу та оцінки якості САК по вигляду логарифмічних частотних характеристик розімкнутих систем автоматичного регулювання.
30. Навести залежність перехідних процесів від частотних характеристик систем.

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

**Складено:** к.т.н., ст. викладач Кулаковський Леонід Ярославович

**Ухвалено:** кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

**Погоджено:** Методичною комісією факультету (протокол № 8 від 23.06.20 р.)