



# СУЧАСНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

## Силабус освітнього компонента

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електроінженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 « Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язковий</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS / 255 годин аудиторних – 72 год: лекції – 36 годин; лабораторні – 36 годин; самостійна робота – 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=34696b98-e09a-4156-9403-6ca63703b64d">http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=34696b98-e09a-4156-9403-6ca63703b64d</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Професор, д.т.н. Сільвестров Антон Миколайович, 0955547571 Практичні: Професор, д.т.н. Сільвестров Антон Миколайович, 0955547571 Лабораторні: Професор, д.т.н. Сільвестров Антон Миколайович, 0955547571</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1705">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1705</a> <a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1706">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1706</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компонента «Сучасні системи автоматичного керування електротехнологічними комплексами» складено відповідно до освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Метою навчальної дисципліни** є формування і конкретизація у студентів здатностей використовувати теоретичні знання і практичний досвід, потрібні для правильної експлуатації та проектування сучасних систем автоматичного керування.

**Предмет навчальної дисципліни** – сучасні автоматичні системи управління різними класами електротехнологічних об'єктів, систем і комплексів.

**Програмні результати навчання: Програмні компетентності:** ФК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних

завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ФК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів ФК16. Здатність забезпечувати електромагнітну сумісність систем керування та впроваджувати заходи обмеження небезпечних перенапруг на елементах високовольтної ізоляції електричних мереж станцій та підстанцій. ФК19. Здатність моделювати методом кінцевих елементів та вирішувати задачі розрахунку електромагнітного поля електротехнічних пристроїв та електроенергетичного обладнання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

**Програмні результати навчання:** ПРН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні. ПРН03. Опанувувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах. ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами ПРН21. Організувати роботу та проводити координацію діяльності по забезпеченню електромагнітної сумісності технічних засобів на об'єктах електроенергетики.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Електротехніка і електроніка», використовуючи відомі закони фізики, подає теорію електричних кіл, машин і трансформаторів як елементів електротехнологічних комплексів.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

**Розділ 1.** Науковий підхід до побудови сучасних систем автоматичного керування (САК).

**Розділ 2.** Системний підхід, як інструмент дослідження електротехнологічних об'єктів (ЕТО).

**Розділ 3.** Статистично оптимальні методи параметричної ідентифікації ЕТО.

**Розділ 4.** Дослідження методів оцінювання параметрів моделей ЕТО за неточними вхідними і вихідними сигналами.

**Розділ 5.** Неперервні математичні моделі динамічних об'єктів керування.

**Розділ 6.** Методи ідентифікації динамічних об'єктів.

**Розділ 7.** Методи і системи оптимального керування динамічними об'єктами.

**Розділ 8.** Дослідження адаптивних систем оптимального керування динамічними об'єктами.

**Розділ 9.** Інтелектуальні системи автоматичного керування.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Основні інформаційні ресурси:

1. Сільвестров А.М., Островерхов М.Я., Шефер О.В., Ладік Н.А., Зіменков Д.К. Системи автоматичного керування технологічними комплексами/К.; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 460 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47686>
2. Островерхов М.Я., Сільвестров А.М., Зеленський К.Х. Методи дослідження електротехнічних систем і комплексів/Л.: ТАЛКОМ, 2019. – 300 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47969>
3. Павленко Т.П. Автоматизований електропривод загально-промислових механізмів. Конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / Т. П. Павленко, О. В. Донець, О. М. Петренко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 132 с.
4. Марченко, А. А. Теорія автоматичного керування. Дослідження системи автоматичного регулювання. Курсова робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» / А. А. Марченко, В. С. Гулий, Д. В. Настенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 31 с.

5. Бахрушин В.Є. Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.

Додаткові:

6. Моделювання об'єктів та систем керування засобами MatLab: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Коржик. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 174 с.
7. Сучасна теорія управління. Частина 2. Прикладні аспекти сучасної теорії управління [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізацій «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» / Ю. М. Ковриго, О. В. Степанець, Т. Г. Баган, О. С. Бунке ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 155 с..
8. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Інтелектуальні системи управління» для студентів спеціальності 7.05020201, 8.05020201 «Автоматизоване управління технологічними процесами» / Уклад.: Л.Д. Ярощук. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 11 с. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/17579/>

## Навчальний контент

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

#### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
<b>Розділ 1. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ (САК).</b>	
1	<b>Визначення системи за Р. Калманом та класифікація підсистем ідентифікації.</b> Поняття системи, її стану, критеріїв оптимальності, релаксаційного процесу оптимізації, систем ідентифікації за ступінню їх досконалості.
<b>Розділ 2. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, ЯК ІНСТРУМЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (ЕТО)</b>	
2	<b>Декомпозиція складних (багаторівневих) САК</b> Три рівні оптимізації в багаторівневих САК, цілеорієнтація підсистем, принцип узгодженості критеріїв якості підсистем.
3	<b>Багаторівнева інтелектуальна САК</b> Композиція підсистем різних рівнів ієрархічної САК; функціональна схема адаптивної підсистеми ідентифікації в ієрархічній САК; проектори, упорядкування методів ідентифікації і вибір найкращого; енергетичний підхід до побудови моделей на основі функцій Лагранжа.
<b>Розділ 3. СТАТИСТИЧНО ОПТИМАЛЬНІ МЕТОДИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕТО</b>	
4	<b>Дослідження методу найменших квадратів (МНК)</b> Регресійні моделі статистики об'єктів, сутність МНК та його числові характеристики, приклади використання МНК в реальній ситуації. Регуляризує ефект шумів в незалежних змінних, зсув оцінок МНК і необхідність модернізації МНК.
5	<b>Інтегрований МНК та умови інваріантності оцінок</b>

	Узагальнений МНК, нерівність Коші-Шварца-Буняковського. Інтегрований МНК, аналіз складових методу, кількісні показники, рекурентна форма, вагова функція, алгоритм ІМНК. Методи однократного ділення і прогнозу кореляцій.
<b>Розділ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ ЕТО ЗА НЕТОЧНИМИ ВХІДНИМИ І ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ</b>	
6	<b>«Інтелектуальна» підсистема ідентифікації типу БАСІ</b> Множини критеріїв оптимальності, математичних моделей, методів параметричної ідентифікації та вибір найкращої структури «модель-метод-критерій» в БАСІ.
<b>Розділ 5. НЕПЕРЕРВНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ</b>	
7	<b>Неперервні математичні моделі динамічних об'єктів керування</b> Моделі механіки, електромеханіки, електрогідравлики, динаміки руху літальних апаратів, моделі «вхід-вихід» і в змінних стану.
<b>Розділ 6. МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ</b>	
8	<b>Ідентифікація імпульсної перехідної і передаточної функцій динамічного об'єкта</b> Генерування тестових сигналів у вигляді моделі «білого шуму». Не параметрична ідентифікація і.п.ф. взаємкореляційним методом, регуляризація і параметризація і.п.ф. Параметрична ідентифікація передаточної функції (метод Сімою, моментів, частотні методи).
<b>Розділ 7. МЕТОДИ І СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ</b>	
9	<b>Методи класичного варіаційного аналізу</b> Методи Ейлера, Ейлера-Пуасона, Ейлера-Лагранжа. Оптимальне керування ДПС.
10	<b>Принцип максимуму Л.С. Пантрягіна</b> Синтез оптимальних за швидкодією САК ДПС, розімкнені і замкнені САК, квазіоптимальні (робастні).
11	<b>Метод динамічного програмування Р. Белмана</b> Дискретний і неперервний варіанти методу.
<b>Розділ 8. ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ</b>	
12	<b>Адаптивне автономне керування процесом виготовлення кварцової трубки</b> Дослідження узгодженості показників якості підсистем ієрархічної системи. Ідентифікація і ортогоналізація каналів управління процесом, забезпечення еталонної динаміки процесу.
13	<b>Адаптивне оптимальне керування МПТ</b> Он-лайн і оф-лайн ідентифікація, інваріантність до збурення, оптимальність перехідних процесів.
14	<b>Адаптивне оптимальне керування нестійкими, нестаціонарними об'єктами</b> Алгоритми забезпечення стійкості і якості перехідних процесів для об'єктів I, II і вищих порядків.
15	<b>Адаптивне локально оптимальне кусково-стале керування нестаціонарними об'єктами</b> Непараметричне визначення перехідної функції, прогнозування руху і поточне визначення сходинок оптимального керування.
16	<b>Адаптивна оптимальна САК БПЛА</b> Рівняння руху БПЛА, активна ідентифікація АДК з використанням тестового впливу типу псевдо-білого шуму, оптимальне керування.
<b>Розділ 9. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ</b>	
17	<b>Структура і алгоритм функціонування інтелектуальних САК</b> Структурна схема інтелектуальних систем (ІС). Динамічні експертні ІС в задачі керування. ДЕС і бази знань. Три типи ДЕС, їх структура і алгоритм функціонування.
18	<b>Нейромережеві технології ІС</b>

Властивості нейромереж, навчання, узагальнення, абстрагування, проектування нейромереж, схема нейрона, багатошаровість нейромережі, алгоритм навчання.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
<b>Розділ 1. НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ СУЧАСНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ (САК)</b>	
1	На основі курсів «Теоретичні основи електротехніки», «Електроніка», «Електричні машини» побудуйте математичні моделі ДПС, ГПС, РС-підсилювача на транзисторах.
<b>Розділ 2. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД, ЯК ІНСТРУМЕНТ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (ЕТО)</b>	
2	На основі теорії планування експерименту побудуйте регресійні моделі показників якості ідентифікації від факторів, що мають місце в реальній ситуації.
3	На основі центрального композиційного плану експерименту розгляньте реалізацію умови узгодженості показників якості підсистем різного рівня в ієрархічній САК
<b>Розділ 3. СТАТИСТИЧНО ОПТИМАЛЬНІ МЕТОДИ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЕТО</b>	
4	Дослідити вплив неточності вимірів змінних на незміщеність і ефективність оцінок за МНК
<b>Розділ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛЕЙ ЕТО ЗА НЕТОЧНИМИ ВХІДНИМИ І ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ</b>	
5	Дослідити вплив форми вагової функції в ІМНК та показники точності оцінок параметрів ММ
6	Проаналізувати роботу інтелектуальної системи типу БАСІ за даними таблиці 4.5 посібника [1]
<b>Розділ 5. НЕПЕРЕРВНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ</b>	
7	Розглянути неперервні динамічні моделі різних об'єктів керування і перевести їх опис від передаточної функції до систем у змінних стану, далі, від неперервних до різницевих
<b>Розділ 6. МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ</b>	
8	За даними експерименту, як реакцію динамічного об'єкта на функцію Хевісайда, визначити методом Сімою передаточну функцію об'єкта.
9	Провести за графіком даних попереднього заняття визначення передаточної функції методом моментів. Співставити результати.
<b>Розділ 7. МЕТОДИ І СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ</b>	
10	Провести синтез оптимального керування ДПС за різних показників методом варіаційного обчислення Ейлера-Лагранжа.
11	Попередня задача на основі принципу максимуму Л.С. Пантрягіна: а) дискретний варіант
12	Попередня задача на основі принципу максимуму Л.С. Пантрягіна: б) неперервний варіант
<b>Розділ 8. ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ</b>	
13	Дослідити вплив «діагоналізатора» на якість і стійкість процесу витягування кварцової трубки із блоку.
14	Розробити структуру і алгоритми функціонування адаптивної оптимальної САК ГПС.
15	Записати рівняння і розробити адаптивну САК нестійким нестационарним об'єктом типу «перевернутого маятника».
16	Розробити алгоритм кусково-сталого адаптивного локально оптимального керування нестационарним об'єктом (наприклад, автоклавом на ЗЖБК).

**Розділ 9. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

17	Створити структурну схему інтелектуальної САК електротехнологічним процесом
18	Дослідити властивості нейромереж: навчання, узагальнення, абстрагування та ін. Розглянути різні схеми нейрона та їх з'єднань в мережу.

**6. Самостійна робота студента**

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Зробити конспект I розділу посібника [1]: <ul style="list-style-type: none"><li>- види досліджень САК;</li><li>- методологія і методи досліджень САК;</li><li>- етапи;</li><li>- предмет і об'єкт досліджень;</li><li>- мета і завдання;</li><li>- моделювання, як метод.</li></ul>	4
2	Дослідити табл. 2.1 посібника [1] та визначення різних за ступінню досконалості підсистем ієрархічних САК	4
3	Дослідити усі складові та характеристики методів МНК, ІМНК, МОД, МПК.	4
4	Дослідити на прикладі: $y(k) = \beta_1 x(k)$ вплив «білого шуму» у вимірі $x(k)$ на зміщеність і ефективність МНК-оцінки параметра $\beta_1$ .	4
5	Розробити структуру і складові інтелектуальної системи прогнозування енергетичних показників електротехнологічного комплексу (множини критеріїв, методів і математичних моделей)	4
6	На основі механіки, електрики і гідравліки записати і пояснити моделі типів «пружина – маса», «пружина – маса – демпфер», моментний ДПС, електрогідропривод рульових машинок, літак, маятник звичайний і перевернутий.	4
7	Провести непараметричну ідентифікацію імпульсної передаточної функції ланки I порядку	4
8	Розглянути структурні схеми і алгоритми функціонування градієнтних систем off-line ідентифікації з паралельною, послідовно-паралельною, ортогональною і ноніусною моделями	4
9	Написати конспект лекцій по варіаційному обчисленню Ейлера-Пуассона-Лагранжа. Розрахувати оптимальне керування об'єктом (згідно вашого варіанта).	4
10	Написати конспект лекцій по варіаційному обчисленню за принципом максимуму Л.С. Пантрягіна. Розрахувати оптимальне керування об'єктом (згідно вашого варіанта).	4
11	Написати конспект лекцій по варіаційному обчисленню за методом динамічного програмування Р.Белмана. Розрахувати оптимальне керування об'єктом (згідно вашого варіанта).	4
12	Дослідити і зробити конспект алгоритмів навчання в інтелектуальних САК.	4
	<i>Всього:</i>	<b>48</b>

## 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.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за вказівкою викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: лабораторна робота захищається індивідуально.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь в університетських та Всеукраїнській олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають зниження максимального балу за певний вид активності до 75%. Мінімальний бал не змінюється. Якщо студент(-ка) не проходив(-ла) або не з'явився(-ася) на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. У такому разі є можливість написати МКР, але максимальний бал за неї буде становити 75% від максимального. Перескладання захисту лабораторних робіт, РГР та 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 «Теоретичні основи електротехніки-1». Лабораторні роботи, РГР та МКР, які не відповідають вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі лабораторна робота або РГР може бути перероблена із зміною варіанту. Максимальний бал буде знижено на 30%.
- 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:** експрес-опитування, розв'язання задач

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

**Семестровий контроль:** іспит

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх практичних робіт, 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:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях.

Експрес-опитування	Розв'язання задач	Практ. роботи	R <sub>c</sub>	R <sub>i</sub>	R
5	10	45	60	40	100

#### **Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал – 0,3.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –  
0,3 бали \* 17 = 5 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,3;

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

Ваговий бал – 2.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –  
2 бали \* 5 = 10 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1,5...2;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 1 ...1,5;
- суттєві помилки але повне розуміння теми і матеріалу – 0,5 ... 1 балів;
- неповна або неточна відповідь – 0...0,5 балів.

#### **Форма семестрового контролю – іспит**

Екзаменаційний квиток складається з трьох теоретичних запитань

Критерії оцінювання заліку

Рейтинг  $R_c \geq 0,6 * R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) * R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають іспит.

Максимальний рейтинг іспиту  $R_i = 40$  балів.

Рейтинг іспиту  $R_i = 33 - 40$  балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг іспиту  $R_i = 25 - 32$  балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг іспиту  $R_i = 16 - 24$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг іспиту  $R_i \leq 15$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє нерозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.



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

**Складено професором кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, д.т.н. Сільвестровим А. М.**

**Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 10 від 24.05.2023 р.)**

**Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)**

**Перелік екзаменаційних питань з кредитного модуля «Сучасні системи автоматичного керування електротехнічними комплексами»**

1. Що спільного і в чому різниця між великими, динамічними і кібернетичними системами?
2. Надайте визначення поняттям методологія, методу і алгоритму, предмету і об'єкту дослідження, мети і завдання.
3. Визначте поняття системного підходу.
4. Поясніть сутність декомпозиції, композиції і цілеспрямованості підсистем різних рівнів ієрархічної САК.
5. Яка роль проекторів в багаторівневій САК?
6. Поясніть структуру і принцип роботи системи типу БАСІ?
7. Для рівняння  $y(k) = \sum_{i=1}^2 \beta_i \cdot x_i(k)$ ,  $k \gg 2$  запишіть рівняння МНК і розрахуйте МНК-оцінки  $\hat{\beta}_1$  і  $\hat{\beta}_2$ , якщо  $x_1(k) = 10$ ;  $x_2(k) = [-2, -1, 0, 1, 2]$ ;  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $y(k) = [8, 9, 10, 11, 12]$
8. В чому різниця і що спільного між оцінюванням по МНК, ІМНК, МОД, МПК?
9. Як вирішується варіаційна задача за методом Ейлера?
10. В чому полягає задача на умовний екстремум і як вона вирішується за допомогою множників Лагранжа?
11. В чому перевага принципу максимуму Л.С.Пантрягіна відносно методу Ейлера?
12. Проведіть синтез оптимальної за швидкодією САК аперіодичним об'єктом II порядку за теоремою Фельдбаума.
13. Проведіть синтез квазіоптимальної за швидкодією САК аперіодичним об'єктом II порядку за теоремою Фельдбаума.
14. Для ланки I порядку з передаточною функцією  $W(p) = \frac{10}{5p+1}$  для чотирьох кроків і показнику  $I = \sum_{k=0}^3 (\varepsilon^2(k) + u^2(k)) + 10$  розрахувати дискретним методом динамічного програмування Р. Белмана оптимальне керування  $u^*(k)$ .
15. В чому полягає автономність і оптимальність САК процесом витягування кварцової трубки з блоку?
16. Поясніть алгоритм роботи адаптивної оптимальної САК нестационарним об'єктом з кусково-сталим керуванням, прогнозуванням та непараметричним визначенням перехідної функції. Плюси і мінуси такої системи.
17. Поясніть алгоритм роботи адаптивної оптимальної САК ДПС.
18. Поясніть алгоритм роботи адаптивної оптимальної САК каналу крену ракети.
19. Поясніть алгоритм роботи адаптивної оптимальної САК повздовжнього руху літака.
20. Поясніть структуру і алгоритм функціонування інтелектуальної САК.
21. Поясніть структуру і алгоритм функціонування САК нейромережі.