



АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації електропривод та електромобільність
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	225 годин / 7,5 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	http://roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: к.т.н. Красношарпа Наталія Дмитрівна, 0661968086 к.т.н. Теряєв Віталій Іванович, 0957555224
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/u/1/c/MTUwODIzMjg3MDYw https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3815

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Автоматизований електропривод» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки бакалавра спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей: K02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K03 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; K05 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; K06 – Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; K07 – Здатність працювати в команді; K12 – Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; K15 – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; K17 – Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; K19 – Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; K20 – Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в

електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; K23 – Здатність застосовувати пакети моделюючих програм для аналізу, синтезу та дослідження електромеханічних систем автоматизації та електроприводів; K25 – Здатність здійснювати розрахунки механічної частини електропривода, механічних перехідних процесів, розраховувати параметри двигунів постійного та змінного струму, виконувати їх моделювання та аналіз; K26 – Здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані із керуванням автоматизованими електроприводами різноманітних технологічних застосувань з електроприводами постійного та змінного струму.

Предмет навчальної дисципліни – процеси перетворення енергії в електромеханічних системах; методи визначення потужності електроприводів в залежності від режимів роботи; способи формування заданих статичних та динамічних характеристик в розімкнених та замкнених системах електроприводу; закони керування рухом виконуючих органів робочих машин.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

ПРО6 – Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; ПР10 – Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; ПР11 – Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань; ПР18 – Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; ПР21– Знати і розуміти принципи роботи інтегральних мікросхем, програмованих логічних контролерів та програмованих логічних інтегральних схем; ПР23 – Вміти застосовувати закони алгебри-логіки, перетворення кодів, карти Карно, основи таблиць переходів, графопереходи, циклограми та мультиплектори-селектори для синтезу логічних схем керування системам автоматизації, ПР24 – Вміти застосовувати методи синтезу дискретних схем автоматики для складання програм для програмованих логічних реле та програмованих логічних інтегральних схем; ПР27 – Знати рівняння руху електроприводу для різних варіантів мас; методика розрахунку механічної частини електропривода; способів керування двигунами постійного та змінного струму; методів вибору електродвигунів за потужністю; ПР28 – Розробляти проектну та конструкторську документацію для схем керування електромеханічними системами; програмувати мікропроцесори, мікроконтролери, програмовані логічні інтегральні схеми та логічні контролери та використовувати їх для реалізації алгоритмів керування електроприводами.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати знання з дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини», «Електропривод», «Теорія автоматичного керування», «Нелінійні та дискретні системи автоматичного керування», «Синтез логічних схем», «Системи автоматизації». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Керування електроприводами», «Електромеханічні системи типових технологічних застосувань», а також для якісного виконання випускної атестаційної роботи (дипломного проекту).

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на **2 частини**:

Частина 1 Теорія електропривода

Тема 1.1. Енергетичні режими та втрати енергії в електроприводі

Тема 1.2. Методи розрахунку потужності та вибору електродвигунів

Тема 1.3. Динаміка розімкнених електромеханічних систем

Частина 2 Керування електроприводами

Розділ 1. Загальні принципи керування електроприводами

Розімкнені системи керування

Розділ 2. Релейно-контакторне керування електроприводами при живленні від мережі.

Типові вузли захисту, блокування та сигналізації

Замкнені системи керування

Розділ 3. Типові структури та основні елементи систем керування електроприводами

Розділ 4. Керування швидкістю та моментом двигуна постійного струму у системі з підсумовуючим підсилювачем

Розділ 5. Керування швидкістю та моментом електродвигуна у системі підпорядкованого регулювання

Розділ 6. Керування положенням електроприводу

Розділ 7. Адаптивні системи АЕП

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси до частини 1:

1. Красношарпа, Н. Д. Автоматизований електропривод. Розділ 1. Теорія електропривода [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н. Д. Красношарпа. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,76 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 101 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57270>
2. Теорія електропривода / За редакцією М.Г. Поповича/ Підручник. – К.: Вища школа, 1993. -496с.
3. Зеленов А.Б. Теорія електропривода: Методика проектування електроприводів: Підручник. – Луганськ: Вид-во "Ноулідж", 2010. – 670 с.
4. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / За редакцією М.Г. Поповича та О.Ю. Лозинського / Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом „Електромеханіка”. –К.: Либідь, 2005. -680 с.
5. "Теорія електропривода-2" конспект лекцій з кредитного модуля для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.050702-"Електромеханіка" спеціальності "Електромеханічні системи автоматизації та електропривод"/ Уклад. С.П. Колесніченко. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 103 с.
6. Теорія електропривода: Підручник / За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища школа, 1993. – 494 с.
7. А. А. Видмиш, Л. В. Ярошенко. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.

Додаткові інформаційні ресурси до частини 1:

1. Leonhard W. *Control of Electrical Drives*. Berlin: Springer-Verlag, 2001.

Основні інформаційні ресурси до частини 2:

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / За редакцією М.Г. Поповича та О.Ю. Лозинського / Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом „Електромеханіка”. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
2. Теорія електропривода / За редакцією М.Г. Поповича / Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 496с.
3. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод (Теорія і практика) / М.Г. Попович, В.І. Кострицький та ін. Навч. посібник з грифом МОН України. – К.: КНУТД . 2008. – 408 с.
4. Розробка та дослідження електромеханічних систем автоматизації та складових електропривода / М.Г. Попович, В.І. Кострицький та ін. - Навчальний посібник з грифом МОН України. – К: КНУТД, 2011. – 492 с.
5. Системи програмного та слідкуючого керування рухом [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» / В.І. Теряєв, С.В. Король. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 150 с.

Додаткові інформаційні ресурси до частини 2:

6. Richard Crowder. *Electric Drives and Electromechanical Systems: Applications and Control* / Richard Crowder. – Newnes, Published Date: 2006. – 312 p.
7. Елементи автоматизованого електропривода / М.Г. Попович, В.А. Гаврилюк, О.В. Ковальчук, В.І. Теряєв. – К.: УМВК ВО. - 1990. – 260 с.

Методичні матеріали до частини 2:

8. Автоматизований електропривод ч. 2 [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / В.І. Теряєв. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 204 с.
9. Елементи та апарати електромеханічних систем та електроприводів-1: текст лекцій для студентів спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Уклад.: В.І. Теряєв. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – 324 с.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Дослідження динамічних режимів релейно-контакторної схеми автоматичного керування електродвигуном постійного струму з незалежним збудженням» для студентів спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Укл. В.І. Теряєв. - К.: КПІ, 2013. – 24 с.
11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Системи керування електроприводами” для студентів спеціальності “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”. Дослідження статичних і динамічних характеристик системи керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням за структурою з підсумовуючим підсилювачем. / О.І. Кіселичник, В.І. Теряєв, М.Я. Островерхов -К.: „Політехніка”, 2007 р. – 32 с.

12. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з кредитного модуля «Автоматизація електромеханічних систем» на тему «Дослідження статичних та динамічних режимів двигуна постійного струму з незалежним збудженням на базі керуючо-перетворювального пристрою DCS800» для студентів спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / С.М. Пересада, О.І. Кіселичник, В.І. Теряєв, М.В. Пушкар. - К.: КПІ, 2012. – 92 с.

13. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Системи керування електроприводами” для студентів денної форми навчання зі спеціальності “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод” / О.І. Кіселичник. - К.: НТУУ “КПІ”, 2002. – 48 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Частина 1. ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

(посилання на джерела відповідають переліку інформаційних ресурсів до частини 1)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Баланс потужностей в електромеханічній системі з однодвигунним електроприводом. Енергетичні характеристики. Характеристика режимів роботи електропривода з енергетичної точки зору. Економічність роботи електропривода. Економічність перетворення та споживання енергії. Література [1], [2], [4].
2	Втрати енергії в усталених та перехідних процесах електропривода. Постійні та змінні втрати. Потужності втрат в електроприводах змінного та постійного струму. Література [1], [2], [4].
3	Аналіз втрат енергії в різних режимах роботи електропривода. Втрати енергії в перехідних режимах. Втрати енергії в асинхронному двигуні. Література [1], [2], [4].
4	Втрати енергії при плавному пуску електродвигуна. Енергозбереження. Основні способи енергозбереження в електромеханічній системі. Література [1], [2], [4].
5	Нагрівання та охолодження двигунів. Рівняння теплового балансу. Структурні схеми теплових моделей двигунів. Перегрівання двигуна. Сталі часу нагрівання та охолодження. Вплив температури на термін служби електричної ізоляції. Література [1], [2], [4].
6	Номинальні режими роботи електродвигунів S1-S8. Тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний режими. Діаграми навантаження двигунів. Діаграми навантаження механізмів циклічної та безперервної дії. Побудова діаграм навантаження та тахограм. Врахування впливу моменту інерції механізму на діаграми навантаження. Література [1], [2], [4].
7	Методи еквівалентування теплових режимів. Еквівалентне навантаження. Метод середніх втрат. Методи еквівалентного струму, моменту та потужності. Література [1], [2], [4].
8	Особливості вибору електродвигунів за потужністю. Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального тривалого режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна для різного виду діаграм навантаження.

	<i>Перевірка правильності вибору двигуна. Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального короткочасного режиму роботи. Перевірка правильності вибору двигуна. Коефіцієнт термічного перевантаження. Література [1], [2], [4].</i>
9	<i>Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального повторно-короткочасного режиму роботи. Перевірка правильності вибору двигуна. Перерахунок потужності до стандартного значення ПВ. Визначення допустимої частоти вмикання асинхронних двигунів із короткозамкнутим ротором. Розрахунок втрат енергії за цикл. Врахування погіршення тепловіддачі. Рівняння балансу енергії. Підвищення допустимої частоти вмикання. Література [1], [2], [4].</i>
10	<i>Диференціальні рівняння та структурна схема узагальненої електромеханічної системи. Динамічні властивості розімкнутої електромеханічної системи в залежності від виду коренів характеристичного рівняння. Література [1], [3], [4].</i>
11	<i>Типові перехідні процеси електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Система диференціальних рівнянь, яка описує рух системи. Рівняння руху системи за швидкістю, прискоренням та моментом у залежності від виду коренів характеристичного рівняння. Література [1], [3], [4].</i>
12	<i>Перехідні процеси при накиданні навантаження, реверсі при активному статичному моменті. Література [1], [3], [4].</i>
13	<i>Перехідні процеси при реверсі при реактивному статичному моменті, динамічному гальмуванні при активному статичному моменті, динамічному гальмуванні при реактивному статичному моменті. Література [1], [3], [4].</i>
14	<i>Перехідні процеси при збільшенні стрибком електричного опору кола якоря чи ротора, збільшенні стрибком швидкості ідеального холостого ходу, реостатному пуску двигуна. Література [1], [3], [4].</i>
15	<i>Поняття про оптимальні перехідні процеси електромеханічної системи. Література [1], [3], [4].</i>
16	<i>Електромеханічні перехідні процеси під час плавної зміни керуючої дії. Рівняння руху системи. Статична та динамічна похибка. Типові перехідні процеси пуску при реактивному статичному моменті, Література [1], [3], [4].</i>
17	<i>Типові перехідні процеси реверсу при активному статичному моменті, реверсу при реактивному статичному моменті. Література [1], [3], [4].</i>
18	<i>Поняття про демпфірування електроприводом пружних механічних коливань. Література [1], [3], [4].</i>

Частина 2. КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

(посилання на джерела відповідають переліку інформаційних ресурсів до частини 2)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
19	<i>Терміни та визначення у системах керування електроприводами згідно діючих стандартів. Функціональна схема електропривода. Класифікація електроприводів. Коротка історична довідка. Мета, структура і завдання курсу. Література [1] - [4], [8].</i>
20	<i>Загальні вимоги до керування рухом електропривода. Основні показники якості регулювання електроприводами в статичних і динамічних режимах. Поняття про оптимальні закони руху електроприводів. Критерії оптимізації. Режими руху електроприводів. Література [1] - [4], [8].</i>
21	<i>Принципи керування електроприводами і основні вимоги до систем керування.</i>

	<i>Основні функції систем керування електроприводами. Література [1] - [4], [8].</i>
22	<i>Керування електроприводами при живленні двигунів від мережі. Особливості застосування релейно-контакторних апаратів для керування електроприводами. Література [1] - [4], [8].</i>
23	<i>Схеми керування електродвигунами постійного струму. Типові вузли керування пуском, гальмуванням і реверсуванням двигунів постійного струму в функції часу, швидкості, струму. Література [1] - [4], [8], [9].</i>
24	<i>Схеми керування асинхронними електродвигунами. Типові вузли схем керування пуском, гальмуванням і реверсуванням асинхронних електродвигунів в функції часу, швидкості, струму. Література [1] - [4], [8] - [10].</i>
25	<i>Схеми керування синхронними електродвигунами. Типові вузли схем керування пуском, гальмуванням і реверсуванням синхронних електродвигунів в функції швидкості, струму. Література [1] - [4], [8] - [10].</i>
26	<i>Типові вузли захисту, блокування та сигналізації. Вузли електричного захисту двигунів і схем керування. Вибір уставок електричних апаратів. Література [1] - [4], [8] - [10].</i>
27	<i>Типові структури систем керування електроприводами. Структура керування з підсумовуючим підсилювачем. Структура з підпорядкованим регулюванням координат. Структура з незалежним регулюванням координат. Література [1] - [4], [8], [9], [11].</i>
28	<i>Керування швидкістю у системі керований перетворювач – двигун постійного струму з підсумовуючим підсилювачем. Функціональна схема. Виведення і аналіз узагальненого рівняння електромеханічної характеристики при застосуванні зворотних зв'язків за напругою, струмом та швидкістю. Література [1] - [4], [8], [9], [11].</i>
29	<i>Керування моментом двигуна постійного струму у системі керований перетворювач - двигун. Функціональна і структурна схеми. Виведення рівняння електромеханічної характеристики. Аналіз статичних та динамічних характеристик. Література [1] - [4], [8], [9], [11], [13].</i>
30	<i>Керування швидкістю та моментом електродвигуна у системі підпорядкованого регулювання. Загальні принципи побудови систем підпорядкованого керування, стандартні налаштування і оптимізація контурів регулювання. Література [1] - [4], [8], [9], [12], [13].</i>
31	<i>Однозонна двоконтурна система підпорядкованого регулювання координат з контурами регулювання струму і швидкості. Синтез регулятора струму якоря. Керування моментом двигуна постійного струму на основі замкненого контуру струму. Синтез регулятора швидкості при настроюванні контуру на модульний і симетричний оптимум. Статичні і динамічні характеристики системи підпорядкованого регулювання. Література [1] - [4], [8], [9], [12], [13].</i>
32	<i>Одноконтурна система підпорядкованого регулювання швидкості ДПС і АД при амплітудному і частотному керуванні. Оптимізація контуру швидкості методом послідовної корекції. Статичні та динамічні характеристики системи.</i>

	<i>Література [1] - [4], [8], [9], [12], [13].</i>
33	<i>Двобірна система керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Функціональні і структурні схеми системи керування, статичні та динамічні характеристики. Процедура синтезу регуляторів. Література [1] - [4], [8], [9], [12], [13].</i>
34	<i>Формування перехідних процесів електроприводу. Задатчики інтенсивності. Силкові пристрої плавного пуску. Динаміка систем керування швидкістю при використанні задатчиків інтенсивності і пристроїв плавного пуску. [1] - [4], [8].</i>
35	<i>Керування положенням двигуна постійного струму за принципом підпорядкованого регулювання координат. Налаштування контуру положення на модульний і симетричний оптимум. Похибки слідкуючого (позиційного) електропривода при стандартних діях. Література [1] - [4], [8], [9], [13].</i>
36	<i>Адаптивні системи в автоматизованому електроприводі. Закінчення. Сучасні принципи побудови та проектування систем керування електроприводів постійного та змінного струму. Література [1] - [13].</i>

Практичні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань</i>
1	<i>Втрати енергії в електроприводі. Визначення величини втрат при типових перехідних процесах без навантаження</i>
2	<i>Втрати енергії в електроприводі. Визначення величини втрат при типових перехідних процесах під навантаженням</i>
3	<i>Побудова тахограми та навантажувальної діаграми двигуна</i>
4	<i>Методи розрахунку потужності та вибір електродвигунів.</i>
5	<i>Перехідні процеси з лінійною механічною характеристикою електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Перехідні процеси при пуску двигуна, збільшенні та зменшенні стрибком електричного опору кола якоря чи ротора. Модульна контрольна робота</i>
6	<i>Перехідні процеси з лінійною механічною характеристикою електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Перехідні процеси при реверсі при активному статичному моменті, реверсі при реактивному статичному моменті, динамічному гальмуванні при активному статичному моменті. динамічному гальмуванні при реактивному статичному моменті.</i>
7	<i>Перехідні процеси з лінійною механічною характеристикою електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Перехідні процеси при збільшенні або зменшенні стрибком швидкості ідеального холостого ходу.</i>
8	<i>Оптимальні перехідні процеси</i>
9	<i>Перехідні процеси при плавній зміні керуючої дії.</i>

Лабораторні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Перелік лабораторних робіт до ч. 1</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
--------------	---	-----------------------------

1.	<i>Вступне заняття. Ознайомлення з лабораторною базою, особливостями виконання лабораторних робіт з ОК «Автоматизований електропривод», питаннями метрології, правилами техніки безпеки та оформленням звітів згідно діючих стандартів</i>	4
2.	<i>Лабораторна робота №1. Експериментальне визначення параметрів електропривода.</i>	4
3.	<i>Лабораторна робота №2. Дослідження перехідних процесів в електроприводах</i>	4
4.	<i>Лабораторна робота №3. Дослідження процесу нагрівання електродвигуна.</i>	4
5.	<i>Лабораторна робота №4. Дослідження електропривода постійного струму з релейно-контакторним керуванням.</i>	4
6.	<i>Лабораторна робота №5. Дослідження статичних та динамічних характеристик електропривода по системі тиристорний перетворювач - двигун постійного струму.</i>	4
7.	<i>Лабораторна робота №6. Дослідження статичних та динамічних режимів двоконтурної системи керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням на базі керуючо-перетворювального пристрою DCS800.</i>	4
8.	<i>Лабораторна робота №7. Дослідження статичних та динамічних характеристик двигуна постійного струму з незалежним збудженням в режимі джерела моменту на базі керуючо-перетворювального пристрою DCS800.</i>	4
9.	<i>Лабораторна робота №8. Дослідження статичних та динамічних режимів двозонної системи підпорядкованого регулювання швидкості двигуна постійного струму з незалежним збудженням на базі керуючо-перетворювального пристрою DCS800.</i>	4

6. Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	29
2	<i>Підготовка до лабораторних занять</i>	36
3	<i>Підготовка до МКР</i>	4
3	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Разом</i>	99

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних 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;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів;*
- *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 «Автоматизований електропривод»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах 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 на лекціях, відповіді на практичних заняттях, виконання та захист лабораторних робіт, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 36 балів, виконані і захищені лабораторні роботи.

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

- *відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях, роботу на практичних заняттях, виконання та захист лабораторних робіт;*
- *виконання двох модульних контрольних робіт (МКР).*

<i>Експрес-опитування</i>	<i>Виконання та захист лабораторних робіт</i>	<i>Робота на практичних заняттях</i>	<i>МКР</i>	<i>Разом</i>
<i>18</i>	<i>24</i>	<i>5</i>	<i>13</i>	<i>60</i>

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал лекції – 0.5.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 0.5 бала x 36 лекцій = 18 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на питання під час опитування – 0,5 бала.
- студент, що з поважних причин пропустив лекцію, може бути додатково опитаний за темою пропущеної лекції і у разі правильної відповіді отримати 0,5 бала.

Робота на практичних заняттях

Ваговий бал заняття – 0,5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 0,5 бали x 9 занять + 0,5 бали за наявність матеріалів всіх практичних занять = 5 балів.

Критерії оцінювання

- активна участь та правильне самостійне розв'язання задачі – 0,5 бала;
- наявність конспекту всіх практичних занять із розв'язком задач, які розглядались на занятті – 0,5 бала за весь конспект

Лабораторні роботи

Ваговий бал лабораторної роботи – 3.

Виконання та захист лабораторних робіт:

Максимальна кількість балів за 8 чотиригодинних лабораторних робіт становить 3 бали x 8 лаб. робіт = 24 бали.

Критерії оцінювання**Відпрацювання**

- | | |
|---|---------|
| – вчасне виконання роботи (в т.ч. пропущеної з поважної причини) | 0,5 |
| – відпрацювання роботи, пропущеної без поважної причини | 0 |
| – штраф за неактивну участь у виконанні роботи або невчасний захист звіту | -1...-2 |

Захист:

- протокол підготовлений без помилок, відповіді на питання чіткі та змістовні – 2,5;
- протокол підготовлений з деякими неточностями, , відповіді на питання мають незначні помилки – 2;
- протокол підготовлений з помилками, відповіді на питання нечіткі та мають суттєві помилки – 1 ;
- захист лабораторної роботи поза встановлений термін без поважної причини – 0,5;
- протокол підготовлений з помилками, студент не приймає активної участі у виконанні лабораторної роботи, відповіді на питання невірні. Лабораторна робота потребує додаткового відпрацювання – 0

Модульна контрольна робота

Кількість МКР – 2 тривалістю 1 академічну годину кожна.

Ваговий бал МКР – 6,5.

Максимальна кількість балів за дві МКР – 6,5 балів x 2 МКР = 13 балів

Критерії оцінювання

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) 5 – 6,5 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) 3 – 4 бали;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації 1–2 бали;
- відсутність під час проведення МКР 0 балів.

За активну роботу на практичних та лекційних заняттях протягом семестру, поглиблене вивчення окремих тем дисципліни викладач має право поставити студенту до 10 заохочувальних 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

Максимальна сума балів складає 40.

Складання екзамену є обов'язковим, навіть якщо студент набрав на протязі семестру 60 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є виконані і захищені лабораторні роботи та стартовий рейтинг не менше 36 балів.

Екзаменаційна робота складається з відповіді на три теоретичні запитання та одне практичне завдання.

Критерії оцінювання екзамену

Кожне запитання та практичне завдання оцінюються у 10 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 6 балів) – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 36	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

По ч. 1 дисципліни

1. Баланс потужностей в електромеханічній системі з однодвигунним електроприводом. Енергетичні характеристики. Характеристика режимів роботи електропривода з енергетичної точки зору. Економічність роботи електропривода. Економічність перетворення та споживання енергії.

2. Втрати енергії в усталених та перехідних процесах електропривода. Постійні та змінні втрати. Потужності втрат в електроприводах змінного та постійного струму.

3. Аналіз втрат енергії в різних режимах роботи електропривода. Втрати енергії в перехідних режимах. Втрати енергії в асинхронному двигуні.

4. Втрати енергії при плавному пуску електродвигуна. Енергозбереження. Основні способи енергозбереження в електромеханічній системі.

5. Нагрівання та охолодження двигунів. Рівняння теплового балансу. Перегрівання двигуна. Сталі часу нагрівання та охолодження. Вплив температури на термін служби електричної ізоляції.

6. Номінальні режими роботи електродвигунів S1-S8. Тривалий, короткочасний, повторно-короткочасний режими.

7. Діаграми навантаження двигунів. Діаграми навантаження механізмів циклічної та безперервної дії. Побудова діаграм навантаження та тахограм. Врахування впливу моменту інерції механізму на діаграми навантаження.

8. Методи еквівалентування теплових режимів. Еквівалентне навантаження. Метод середніх втрат. Методи еквівалентного струму, моменту та потужності.

9. Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального тривалого режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна для різного виду діаграм навантаження. Перевірка правильності вибору двигуна.

10. Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального короткочасного режиму роботи. Перевірка правильності вибору двигуна. Коефіцієнт термічного перевантаження

11. Розрахунок потужності та вибір двигунів номінального повторно-короткочасного режиму роботи. Перевірка правильності вибору двигуна. Перерахунок потужності до стандартного значення ПВ.

12. Визначення допустимої частоти вмикання асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором. Розрахунок втрат енергії за цикл. Врахування погіршення тепловіддачі. Рівняння балансу енергії. Підвищення допустимої частоти вмикання.

13. Диференціальні рівняння та структурна схема узагальненої електромеханічної системи. Динамічні властивості розімкнутої електромеханічної системи в залежності від виду коренів характеристичного рівняння.

14. Типові перехідні процеси електромеханічної системи при незмінній швидкості ідеального холостого ходу. Система диференціальних рівнянь, яка описує рух системи. Рівняння руху системи за швидкістю, прискоренням та моментом у залежності від виду коренів характеристичного рівняння.

15. Перехідні процеси при накиданні навантаження, реверсі при активному статичному моменті, реверсі при реактивному статичному моменті, динамічному гальмуванні при активному статичному моменті, динамічному гальмуванні при реактивному статичному моменті, збільшенні стрибком електричного опору кола якоря чи ротора, збільшенні стрибком швидкості ідеального холостого ходу, реостатному пуску двигуна.

16. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням моменту двигуна. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням прискорення. Оптимальні перехідні процеси за швидкодією з обмеженням моменту та ривка.

17. Електромеханічні перехідні процеси під час плавної зміни керуючої дії. Рівняння руху системи. Статична та динамічна похибка. Типові перехідні процеси пуску при реактивному статичному моменті, реверсу при активному статичному моменті, реверсу при реактивному статичному моменті.

18. Структурна схема електромеханічної системи з пружним механічним зв'язком. Аналіз характеристичного рівняння системи. Вплив жорсткості механічної характеристики системи на затухання коливань.

По ч. 2 дисципліни

1. Основні визначення та показники якості керування електроприводами.

2. Принципи керування та основні функції автоматизованого електропривода.
3. Принципи і особливості застосування релейно-контакторних апаратів для керування електроприводами.
4. Схеми релейно-контакторного керування електродвигунами постійного струму.
5. Схеми релейно-контакторного керування електродвигунами змінного струму.
6. Типові вузли захисту, блокування та сигналізації в електроприводах.
7. Типові структури систем керування електроприводами.
8. Керування швидкістю у системі керований перетворювач – двигун з підсумовуючим підсилювачем.
9. Керування моментом у системи керований перетворювач – двигун.
10. Підпорядковані системи регулювання координат електроприводу. Оптимізація контурів регулювання.
11. Однозонна двоконтурна система підпорядкованого регулювання координат з контурами регулювання струму і швидкості.
12. Одноконтурна система підпорядкованого регулювання швидкості ДПС і АД при частотному керуванні.
13. Адаптивні регулятори струму та швидкості комплектних електроприводів постійного струму.
14. Двוזонне керування швидкістю двигуна постійного струму з незалежним збудженням.
15. Керування положенням електроприводу згідно принципу підпорядкованого регулювання координат.
16. Задатчики інтенсивності. Динаміка систем керування швидкості при використанні задатчиків інтенсивності.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентами кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА Красношапкою Н.Д. та Теряєвим В.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 14 від 21.06.2023 р.)

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