



ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>210 годин / 7 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викла- дачів	<i>Лектор: к.т.н. Чумак Вадим Володимирович, тел. 0502083843 Практичні: к.т.н. Чумак Вадим Володимирович, тел. 0502083843</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електричні машини систем автоматики» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є вивчення студентами системи здатностей та умінь щодо виконання обов'язків, виробничих функцій та типових задач діяльності фахівця. В результаті вивчення кредитного модуля студенти отримують знання з конструкції, принципу роботи, суті фізичних явищ та процесів в електричних машинах систем автоматики, типових математичних методів для розрахунку і їх дослідження, основних характеристик електричних машин систем автоматики.

Предмет навчальної дисципліни – є система властивостей електричних машин систем автоматики – їх конструкція, принцип дії, параметри, характеристики та режими роботи.

Компетенції загальні:

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Компетенції фахові:

ФК3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ФК6. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці

ФК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем

ФК 18. Здатність моделювати та досліджувати за допомогою сучасних програмних та апаратних засобів характеристики фізичних (електромагнітних, теплових, вібраційних тощо) полів в електричних машинах і апаратах.

ФК 19 . Здатність застосовувати сучасні програмні та апаратні засоби керування електричних машин, що працюють в складі електромеханотронних систем з метою отримання заданих робочих характеристик.

Програмні результати навчання:

ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

ПРН11. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН15. Поєднувати різні форми науково-дослідної роботи і практичної діяльності з метою подолання розриву між теорією і практикою, науковими досягненнями і їх практичною реалізацією

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

ПРН24. Проводити моніторинг та діагностування електроенергетичного та електромеханічного обладнання і устаткування, встановлювати основні причини виходу з ладу в процесі їх експлуатації

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

Значення кредитного модуля «Електричні машини систем автоматики» у підготовці фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня (ОКР) «магістр» галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенерготехніка, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електричні машини і апарати» полягає в формуванні у студентів системи здатностей та умінь щодо виконання обов'язків, виробничих функцій та типових задач діяльності фахівця. В результаті вивчення кредитного модуля студенти отримують знання з конструкції, принципу роботи, суті фізичних явищ та процесів в електричних машинах систем автоматики, типових математичних методів для розрахунку і їх дослідження, основних характеристик електричних машин систем автоматики.

В структурно-логічній схемі навчального плану підготовки фахівців кредитний модуль «Електричні машини систем автоматики» забезпечує зв'язок з кредитними модулями таких спеціальних дисциплін, як «Електричні машини», «Основи автоматизованого проектування електричних машин», «Виробництво та експлуатація електричних машин», «Електричні машини систем автоматики», «Технологія виробництва електричних машин», «Спеціальні електричні машини».

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль структурно розподілено на 5 розділів, а саме:

1. Асинхронні мікродвигуни при однофазному живленні: виконавчі і загальнопромислового

Тема 1.1 Вступ. Роль і місце асинхронних мікродвигунів при однофазному живленні в електромеханіці та сучасній техніці. Основні тенденції розвитку цього класу ЕМ. Загальна класифікація асинхронних мікродвигунів при однофазному живленні. Области їх практичного застосування.

Тема 1.2 Принцип роботи асинхронного двигуна з КЗ ротором в однофазному та трифазному режимах. Додаткові втрати в АД в однофазному режимі.

Тема 1.3. Залежності обертового моменту однофазного та трифазного АД від ковзання при різних значеннях опору кола ротора. Енергетична діаграма АД в трифазному та однофазному режимі.

Тема 1.4. Залежності обертових моментів від прямого та обертових полів, результуючого моменту ковзання.

Тема 1.5. Порівняння робочих характеристик АД в однофазному та трифазному режимі.

2. Інформаційні електричні мікромашини автоматичних пристроїв

Тема 2.1. Типи інформаційних електричних мікромашин автоматичних пристроїв. Вимірювальні пристрої для вимірювання швидкості, кута, прискорення та моментів електродвигунів.

Тема 2.2. Функціональні пристрої: обертові трансформатори, індикаторні електромашини-сельсини. Основні вимоги до інформаційних електричних машин.

Тема 2.3. Конструкція, принцип дії, характеристики асинхронного тахогенератора постійного струму.

Тема 2.4. Конструкція, принцип дії, характеристики асинхронного тахогенератора змінного струму. Похибки тахогенераторів постійного та змінного струмів.

Тема 2.5. Давачі прискорення (акселерометри). Обертові трансформатори, конструкція, принцип дії. Основні характеристики.

Тема 2.6. Обертовий трансформатор в режимі ЛОТ та перетворювача координат.

3. Синхронні мікродвигуни різних типів для систем автоматики

Тема 3.1. Класифікація синхронних мікродвигунів. Загальний вираз для параметричного моменту. Принцип дії найпростішого синхронного реактивного двигуна, складові середнього електромагнітного моменту.

Тема 3.2. Конструкції сучасних синхронних реактивних двигунів.

Тема 3.3. Синхронні реактивні редукторні двигуни. Принцип дії синхронних реактивних редукторних двигунів.

Тема 3.4. Синхронний двигун із постійними магнітами. Особливості асинхронного пуску синхронного двигуна із постійними магнітами.

Тема 3.5. Гістерезисні мікродвигуни, класифікація, конструктивні виконання. Природа гістерезисного моменту. Принцип дії гістерезисного двигуна, його механічні характеристики.

Тема 3.6. Векторна діаграма та робочі характеристики гістерезисного двигуна. Недоліки та переваги гістерезисного двигуна.

4. Крокові електродвигуни

Тема 4.1. Основні визначення та класифікація крокових двигунів. Основні типи крокових двигунів.

Тема 4.2. Основні типи схем керування кроковими двигунами. Схема живлення та перемикання обмотки керування однополярними імпульсами струму.

Тема 4.3. Схема живлення та перемикання обмотки керування різнополярними імпульсами струму. Види комутації крокових двигунів.

Тема 4.4. Режими магнітної фіксації та одиничних кроків. Межі стабільного обертання ротора крокового двигуна.

Тема 4.5. Характеристики частоти прийомистості крокового двигуна

5. Особливості проектування мікромашин систем автоматики

Тема 5.1. Особливості проектування і розрахунку виконавчих двигунів постійного струму з постійними магнітами циліндричної форми з використанням даних конструктивного прототипу.

Тема 5.2. Аналіз каталожних даних зовнішньої та внутрішньої геометрії серії двигунів ДІІМ і ДПР. Вибір основних розмірів для індивідуального завдання курсової роботи. Вибір марки магнітотведого матеріалу. Особливості розрахунку діаграми стану кільцевого постійного магніту виконавчого двигуна постійного струму.

Тема 5.3. Особливості проектування і розрахунку крокових двигунів з активним ротором (КДА). Аналіз геометрії серії двигунів конструктивних прототипів ШДА 2...7. Вибір основних розмірів з урахуванням результатів аналізу геометрії прототипів.

Тема 5.4. Особливості розрахунку обмоток управління статора і постійних магнітів типу "зірочка". Способи розрахунку частотних характеристик приємистості ШДА по формулам, нормалізованим стандартним характеристикам та комп'ютерним програмам. Порівняльний аналіз способів та отриманих результатів розрахунку.

Тема 5.5. Особливості проектування і розрахунку трифазних синхронних реактивних двигунів (СРД). Вибір основних розмірів та електромагнітних навантажень на підставі розмірів асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором єдиної серії 4А, узятих як конструктивні прототипи.

Тема 5.6. Вибір основних розмірів, остаточний вибір. Вибір конструкції ротора. Порівняльний аналіз конструкцій рівногабаритних СРД та асинхронного двигуна прототипу. Математична модель комп'ютерного розрахунку параметрів схем заміщення $Z_d(jS)$ і $Z_q(jS)$, а також асинхронної механічної характеристики. Аналіз форм механічної характеристики розгону СРД.

Тема 5.7. Особливості проектування і розрахунку виконавчого асинхронного двигуна (ВАД) з допоміжним немагнітним ротором. Вибір основних розмірів по заданій електромеханічній сталій часу та іншим даним, визначеним в ТЗ.

Тема 5.8. Особливості розрахунку двигуна по параметричним схемам заміщення. Математична модель для комп'ютерного розрахунку основних характеристик ВАД, який працює по схемі амплітудно-фазового управління.

Тема 5.9. Особливості проектування і розрахунку універсального однофазного колекторного двигуна з послідовним збудженням (УКД). Основи теорії роботи УКД. Вибір електромагнітних навантажень і розмірів двигуна. Визначення конструктивного прототипу.

Тема 5.10. Особливості електромагнітного розрахунку при живленні змінним по постійним струмам. Особливості характеристик УКД.

Тема 5.11. Особливості проектування і розрахунку однофазних асинхронних двигунів (ОАД) з короткозамкненим ротором, які живляться по схемам з різними фазозсовуючими елементами на підставі конструктивних прототипів серії АОЛ.

Тема 5.12. Вибір основних навантажень і розмірів двигуна. Оптимізація параметрів і фазозсувних елементів. Математична модель для комп'ютерного розрахунку робочих і пускових характеристик ОАД. Особливості програми розрахунку на комп'ютері. Тепловий розрахунок

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Коваленко М.А., Цивінський С.С., Коваленко І.Я. Безконтактні магнітоелектричні машини із постійними магнітами: монографія / Чумак В.В., Островерхов М.Я., Тимощук О.Л., Коваленко М.А., Цивінський С.С., Коваленко І.Я. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 210 с.
2. Васьковський Ю.М., Гайденок Ю.А., Коваленко М.А. Математичне моделювання електричних машин з постійними магнітами: навчальний посібник – К.: “Політехніка”, 2017. - 190 с.
3. Електричні машини систем автоматики: Безконтактні електричні мікромашини: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Чумак, М. А. Коваленко, В. В. Котлярова. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 45 с.
4. Електричні машини систем автоматики: Розрахунок колекторного мікроелектродвигуна постійного струму з порожнистим немагнітним якорем [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Чумак, М. А. Коваленко, В. В. Котлярова. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 49 с.
5. Електричні машини систем автоматики: Розрахунок мікродвигуна постійного струму з постійними магнітами: Курсова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Чумак, В. В. Котлярова, М. А. Коваленко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,07 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 47 с.
6. Електричні машини систем автоматики: Спеціальні електричні мікромашини: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. В. Чумак, В. В. Котлярова, М. А. Коваленко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 110 с.

Додаткові:

1. Ostroverkhov, M., Chumack, V., Tymoshchuk, O., Kovalenko, M., & Ihnatiuk, Y. (2022). Designing a voltage control system of the magnetoelectric generator with magnetic flux shunting for electric

power systems. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(5 (119), 16–25.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265861>.

2. Chumak V.V., Kovalenko M.A., Tsvinskiy S.S., Tkachuk I.V., Ponomarev O.I. Mathematical modeling of a Synchronous generator with combined excitation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. №1/5(103). С. 30–36. (ISSN 1729-3774).

3. Chumack, Vadim and Bazenov, Volodymyr and Tymoshchuk, Oksana and Kovalenko, Mykhailo and Tsyvinskyi, Serhii and Kovalenko, Iryna and Tkachuk, Ihor, Voltage stabilization of a controlled autonomous magnetolectric generator with a magnetic shunt and permanent magnet excitation (December 21, 2021). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(5 (114), 56–62. (ISSN 1729-3774).

4. Ostroverkhov, M., Chumack, V., Kovalenko, M., & Kovalenko, I. (2022). Development of the control system for taking off the maximum power of an autonomous wind plant with a synchronous magnetolectric generator. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(2(118), 67–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263432>.

5. Ostroverkhov, M., Chumack, V., Falchenko, M., & Kovalenko, M. (2022). Development of control algorithms for magnetolectric generator with axial magnetic flux and double stator based on mathematical modeling . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(5 (120), 6–17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267265>.

6. Коваленко І.Я. Чумак В.В., Коваленко М.А. Аналітичний огляд електромеханічних перетворювачів енергії для вітрової енергетики. Екологічні науки. – 2018. – №2(21). – С.36-39.

7. Чумак, В., Коваленко, М., Ткачук, І., & Коваленко, І. (2022). Порівняння синхронних генераторів для автономної бензинової установки. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика, (2 (8), 32–38. <https://doi.org/10.20998/2079-3944.2022.2.06>. (Фахове видання, Б).

8. Чумак, В., Островерхов, М., Коваленко, М., Головка, В., & Коваленко, І. (2022). Корекція вихідної потужності генератора безмультіплікаторної вітроелектроустановки при дискретних та випадкових значеннях швидкості вітру. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика, (2 (8), 39–46. <https://doi.org/10.20998/2079-3944.2022.2.07>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Вступ. Огляд та класифікація електричних машин систем автоматики. Специфіка електричних машин систем автоматики. Класифікація електричних машин систем автоматики по роду струму і їх робочим властивостям, застосуванню та виконуваним функціям. Спеціальні вимоги, що пред'являють до електричних машин систем автоматики, специфічні особливості конструкції. Література: [1], с.240-253; [3], с. 110- 122.

2	Електромашинні генератори (ЕМГ) як елементи систем автоматики. ЕМГ в режимі холостого ходу (математична модель). Література: [4], с.253-260, [3], с. 123- 127, [6], с. 12- 17
3	Електромашинні генератори (ЕМГ), продовження. Вимоги до ЕМГ. Врахування впливу короткозамкнених контурів магнітопроводу машини на динамічний процес. Методи вирішення нелінійних систем. Схеми управління: АУ, ФУ, АФУ. Принцип регулювання швидкості ЕМГ. Особливості параметрів і характеристик. Література: [2], с.101-187; [3] с. 139-148.
4	Електромагнітна стала часу. Принцип зворотного зв'язку. Генератор зі змішаним збудженням с додатнім ЗЗ. Вибір значень фазозсовуючих елементів К і С для отримання кругового поля в різних режимах. Схеми заміщення та їх параметри. Енергетична діаграма. Розрахунок витрат, $\cos\varphi$, моментів, потужностей. Література: [1] с.269-273, [3] с.34-46, [5] с.234-246
5	Генератор з самозбудженням. Генератор з самозбудженням. Розрахунок перехідного процесу самозбудження Потужність, що споживається на збудження та керування. Література: [1] с.269-273, [2] с.84-96, [5] с.247-261
6	Робота ЕМГ під навантаженням. Отримання передавальної функції та операторного рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами. Література: [1] с.298-310; [2] с.298-310; [4] с. 190-234.
7	ЕМГ як підсилювач потужності. Функція передачі та перетворення сигналу та функція підсилення потужності сигналу. Електромашинний генератор, як підсилювач потужності. Література: [1] с.310-316, [2] с.210-216; [6] с.21-26
8	ЕМУ поперечного поля. Переваги ЕМУ поперечного поля. Конструкція ЕМУ поперечного поля. Принцип дії і основні співвідношення в ЕМУ поперечного поля. Маркування ЕМУ. Пристрій ЕМУ поперечного поля. Принцип дії і основні співвідношення в ЕМУ поперечного поля. Механізм дії вихрових потоків і гістерезису. Література: [1], с.216-232; [3] с. 231-238
9	Робочі характеристики ЕМУ поперечного поля. Зовнішня характеристика. Режим повної компенсації. Режим перекомпенсації. Робочі характеристики ЕМУ поперечного поля. Характеристика намагнічування феромагнітного матеріалу. Нелінійність типу «зона нечутливості». Динамічний режим роботи ЕМУ поперечного поля. Література: [1], с.324-328; [3], с. 61-65,[4], с. 115-129
10	Аналіз і ступінь достовірності отриманих виразів динамічного режиму роботи ЕМУ поперечного поля. Параметри отриманої перехідної характеристики. Врахування неповної компенсації. Висновки по темі. Аналіз и ступінь достовірності отриманого виразу. Врахування неповної компенсації. Література: [1], с.328-344; [3], с. 66-73, [4], с. 131-149.
11	Електричні двигуни як елементи систем автоматики. Загальні вимоги до електродвигунів систем автоматики. Виконавчий двигун постійного струму (ВДПС). Робочі властивості та характеристики ВДПС при якірному способі керування. Сімейство механічних та регульовальних характеристик. Електричні двигуни – як елементи СА. Література: [1], с.344-350; [2], с. 76-83, [5], с. 101-109.
12	Динамічні властивості ВДПС при якірному способі регулювання. Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону

	<p><i>ВДПС. Поняття динамічної ємності. Динамічні властивості двигуна при якірному способі регулювання.</i></p> <p><i>Література: [1], с.28-44; [2], с. 102-113; [4] с. 66-73</i></p>
13	<p>Динамічні властивості ВДПС при полюсному керуванні. Сімейство механічних та регульованих характеристик ВДПС з полюсним керуванням. Статичні характеристики ВДПС з полюсним керуванням.</p> <p><i>Література: [1], с.236-252; [3] с. 240-248; [4] с. 166-173</i></p>
14	<p>Динамічні властивості ВДПС при полюсному керуванні. Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону ВДПС. Динамічні властивості двигуна при полюсному управлінні. Аналіз отриманого виразу.</p> <p><i>Література: [1], с.45-54; [2], с. 115-123; [5] с. 176-183</i></p> <p>Модульна контрольна робота – 2 години</p>
15	<p>Швидкодіючі ВДПС для систем автоматики. Двигун з дисковим печатним якорем. Основні переваги двигуна з дисковим печатним якорем. Двигун з демпфуючим моментом. Швидкодіючі ДПТ для систем автоматики.</p> <p><i>Література: [1], с.55-64; [2], с. 125-133; [5] с. 186-193</i></p>
16	<p>Електричні машини циліндричними якорями і друкованою обмоткою. Двигуни з гладким якорем. Конструкція машини серії МНГ. НДПТ з порожнистим проволочним якорем.</p> <p><i>Література: [1], с.65-74; [3], с. 251-263; [4] с. 94-98</i></p>
17	<p>Магнітоелектричні системи збудження (МЕЗ) ВДПС. Види та властивості матеріалів постійних магнітів. Конструкції магнітних систем ВДПС з постійними магнітами. Конструкція магнітних систем МПС з постійними магнітами.</p> <p><i>Література: [1], с.75-87; [3], с. 271-283; [4] с. 101-108</i></p>
18	<p>Специфіка робочого процесу в електричних машинах з МЕЗ. Особливості проявлення реакції якоря в МЕЗ. Електрична машина з магнітом'якими полюсними наконечниками. Специфіка робочого процесу в ЕМ з магніто-електричною системою. Комутація в машині з постійними магнітами та робоча діаграма.</p> <p><i>Література: [1], с.265-274; [3], с. 271-283; [4] с. 264-278</i></p>
19	<p>Безконтактні ДПС (БДПС). Блок-схема БДПС. Робота принципової спрощеної схеми БДПС нереверсивного двигуна. Безконтактні двигуни постійного струму(БДПС). Блок-схема БДПС.</p> <p><i>Література: [1], с.240-253; [3], с. 110- 122.</i></p>
20	<p>Крокові двигуни. Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами. Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами.</p> <p><i>Література: [1], с.344-350; [2], с. 76-83; [4], с.253-260, [3], с. 123- 127, [6], с. 12- 17</i></p>
21	<p>Схема живлення і перемикання обмоток різнополярними імпульсами струмів. Види комутації КД Основні типи крокових двигунів. Конструкція РКД. Схема живлення і перемикання обмоток різнополярними імпульсами струмів. Види комутації КД. Основні типи крокових двигунів. Конструкція КДА. Конструкція РКД.</p> <p><i>Література: [2], с.101-187; [3] с. 139-148</i></p>
22	<p>Режими роботи КД. Межі стійкого руху ротора крокового двигуна (кордони відсутності збою). Граничний синхронний режим. Характеристика частоти прийомистості КД. Межі стійкого руху ротора крокового двигуна (кордони відсутності збою). Граничний синхронний режим. Характеристика частоти прийомистості</p>

	<p>КД. Література: [1] с.269-273, [3] с.34-46, [5] с.234-246.</p>
23	<p>Індукторний генератор (ІГ). Конструкція ІГ. Різні конструкції зубцевої зони ІГ. Переваги ІГ. Типи конструкції ІГ по розташуванню обмотки збудження. Переваги ІГ. Різні конструкції ІГ по розташуванню ОЗ. Література: [1] с.269-273, [2] с.84-96, [5] с.247-261</p>
24	<p>Полюсоперемикаючі або багатошвидкісні АД. Конструкція, принцип дії багатошвидкісних АД. Обмотки Деландера (схема Деландера). Література: [1] с.298-310; [2] с.298-310; [4] с. 190-234</p>
25	<p>Обертові трансформатори (ОТ). Функції ОТ. Конструкція і функціональна схема ОТ. Конструкція обертових трансформаторів. Література: [1] с.310-316, [2] с.210-216; [6] с.21-26</p>
26	<p>Синусно-косинусний обертовий трансформатор (СКОТ). Основні співвідношення роботи СКОТ. Первинне симетрування обмоток СКОТ. Вторинне симетрування обмоток СКОТ. Література: [1], с.216-232; [3] с. 231-238</p>
27	<p>Лінійний обертовий трансформатор (ЛОТ). ЛОТ з первинним симетруванням. Основні параметри та характеристики ЛОТ. Область застосування ЛОТ. Література: [1], с.324-328; [3], с. 61-65, [4], с. 115-129</p>
28	<p>Обертовий трансформатор в режимі перетворювача координат. Масштабний ОТ. ЛОТ в співвідношенні з МОТ. ОТ в режимі фазообертача. Література: [1], с.328-344; [3], с. 66-73, [4], с. 131-149.</p>
29	<p>Параметри обмоток ОТ. Обмоточні гармоніки ОТ. Обмоточна функція ОТ. Власливості обмотувальної функції. Обмотувальний коефіцієнт для гармоніки. Види похибок ОТ. Інші види обмотувальних функцій застосовувані в ОТ. Похибки обертових трансформаторів. Література: [1], с.45-54; [2], с. 76-83, [5], с. 101-109.</p>
30, 31	<p>Синхронні редукторні реактивні двигуни. Синхронний двигун з постійними магнітами (СДПМ). Принцип дії і конструкції СРРД. Конструкції СДПМ. Особливості асинхронного пуску СДПМ. Література: [2], с. 102-113; [4] с. 66-73.</p>
32, 33	<p>Гістерезисні двигуни. Конструкція, принцип дії гістерезисних двигунів. Область застосування гістерезисних двигунів. Природа гістерезисного моменту. Принцип роботи гістерезисного двигуна. Механічні характеристики ГД. Література: [1], с.236-252; [3] с. 240-248; [4] с. 166-173</p>
34, 35	<p>Робочі характеристики гістерезисного двигуна. Векторна діаграма і робочі характеристики гістерезисного двигуна. Технічні та експлуатаційні переваги і недоліки гістерезисного двигуна. Література: [2], с. 115-123; [5] с. 176-183 Модульна контрольна робота – 2 години</p>
36	<p>Сельсини. Конструкція та принцип дії сельсинів, функціональне призначення сельсинів. Однофазні сельсини (мікромашини). Безконтактні сельсини (однофазні). Квaziстаціонарний режим. Література: [2], с. 76-83; [4], с. 11- 22; [7], с.14-23; [10], с.4-7.</p>

Лабораторні роботи

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
---	---

з/п	
1,2	Вступне заняття. Інструктаж по техніці безпеки. Ознайомлення з особливостями приладів та обладнання літературні джерела [3, 4] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
3, 4	Лабораторна робота №1. Випробування безконтактного вентильного двигуна постійного струму. літературні джерела [3, 4] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
5	Лабораторна робота №2. Дослідження асинхронного двигуна при живленні від перетворювача частоти. літературні джерела [3, 4] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
6	Лабораторна робота №3. Дослідження уніполярного крокового двигуна на базі мікроконтролера. літературні джерела [3, 4] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
7, 8	Лабораторна робота №4. Випробування генератора постійного струму із пазуроподібним ротором. літературні джерела [3, 4] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
9, 10	Лабораторна робота №5. Дослідження поворотного трансформатора літературні джерела [5, 6] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
11, 12	Лабораторна робота №6. Випробування виконавчого двигуна постійного струму. літературні джерела [5, 6] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
13, 14	Лабораторна робота №7. Випробування однофазного трансформатора. літературні джерела [5, 6] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
15, 16	Лабораторна робота №8. Дослідження безконтактного синхронного генератора з постійними магнітами з аксіальним магнітним потоком в автономному режимі роботи. літературні джерела [5, 6] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640
17, 18	Лабораторна робота №9. Дослідження вентильних машин із постійними магнітами для електротранспорту. літературні джерела [5, 6] Дистанційний курс «Електричні машини систем автоматики» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2640

6. Самостійна робота студента

Розподіл годин на проведення самостійної роботи студентами:

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до проведення аудиторних занять	44
2	Підготовка до проведення лабораторних робіт	6
3	Підготовка до МКР	30
4	Підготовка до екзамену	22
	Усього	102

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 лабораторних заняттях. Виконання КР з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та 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 умови вказівки викладача;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських наукових конференціях, підготовку наукових статей. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання робіт.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання робіт з дисципліни передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР впродовж семестру не передбачено; у разі нульового результату/ів написання МКР можливе отримання додаткової задачі з відповідної теми на екзамені;*
- *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 «Електричні машини систем автоматизи»;*
- *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 (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, виконання та захист лабораторних робіт.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів передбачає визначення кількості балів, отриманих студентом піл час вивчення дисципліни.

Умови допуску до семестрового контролю: 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;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Лабораторні роботи	МКР	R _c	Рекз	R
4	36	20	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал — 2. Максимальна кількість балів на всіх лекційних заняттях дорівнює: 2 бали*2 = 4 бали.

Критерії оцінювання:

2 бали — повна обґрунтована відповідь,

1 бал — недостатньо обґрунтована відповідь,

0 балів — немає або невірна відповідь.

Модульний контроль

Ваговий бал — 10. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 10 балів*2 = 20 балів. Критерії оцінювання:

10 балів - повна обґрунтована відповідь,

7 ... 9 балів - недостатньо обґрунтована відповідь,

4...6 балів - наявність 1- 2 помилок,

2...3 бали - необґрунтована відповідь з помилками.

Робота на лабораторних заняттях

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах – 4 бали * 9 = 36 балів.

Ваговий бал – 4.

За кожну лабораторну можна отримати бали згідно наступного рейтингу:

Виконання експериментальної частини роботи, якісна обробка експериментальних даних, оформлення протоколу згідно зі стандартами і повна, обґрунтована відповідь при захисті роботи – 4 бали.

Обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 3 бали.

Суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 1 ... 2 бали.

Лабораторна робота у цілому незахищена та не відпрацьована – 0 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру (стартовий рейтинг) складає:

$$R_c = 4 + 36 + 20 = 60 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали складає 40% від R, а саме:

$$R_z = 40 \text{ балів.}$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R = R_c + R_z = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання екзамену

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

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

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ 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 екзамену $R_z = 25 - 32$ 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 екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \leq 15$ 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 доцентом кафедри електромеханіки ФЕА, к.т.н. Чумаком В.В.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 10 від 19.05.2023 р.)

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

Список оновлень силябусу:

Оновлено конспект лекцій та питань для самоконтролю;

Оновлено список основної та додаткової літератури;

Оновлено тематику лабораторних робіт, в т.ч. додано нові лабораторні роботи («Випробування безконтактного вентильного двигуна постійного струму», «Дослідження асинхронного двигуна при живленні від перетворювача частоти», «Дослідження вентильних машин із постійними магнітами для електротранспорту», «Дослідження безконтактного синхронного генератора з постійними магнітами з аксіальним магнітним потоком в автономному режимі роботи»).