



ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий</i>
Галузь знань	<i>Г «Інженерія, виробництво та будівництво»</i>
Спеціальність	<i>ГЗ «Електрична інженерія»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викла- дачів	<i>Лектор: д.ф., ст. викл. Ігнатюк Євген Станіславович, ihnatiuk.yevhen@ill.kpi.ua Практичні: д.ф., ст. викл. Ігнатюк Євген Станіславович, ihnatiuk.yevhen@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Електричні машини систем автоматичної регуляції» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань Г «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю ГЗ «Електрична інженерія».

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 автоматичної регуляції, типових математичних методів для розрахунку і їх дослідження, основних характеристик електричних машин систем автоматичної регуляції.

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

Програмні результати навчання:

Компетенції:

ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК2. Здатність до використання інформаційних та комунікаційних технологій.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

ЗК8. Здатність працювати автономно та в команді.

ФК1. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК3. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК4. Здатність демонструвати знання та розуміння математичних принципів та методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК7. 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.

ФК 12. Здатність до виконання дослідно-конструкторських робіт, що передбачають розробку нових та модернізацію існуючих електричних машин та апаратів різного типу і призначення.

ФК 14. Здатність розробляти фізичні й математичні моделі робочих процесів в досліджуваних електричних машинах та апаратах, електричних приводах та системах, розробляти методики та організувати проведення натурних експериментів з подальшим аналізом отриманих результатів.

ФК 15. Здатність моделювати та досліджувати за допомогою сучасних програмних та апаратних засобів характеристики фізичних (електромагнітних, теплових, вібраційних тощо) полів в електричних машинах і апаратах.

ФК 17. Здатність аналізувати і використовувати отримані результати розробок новітніх типів електричних машин та апаратів для подальшої їх комерціалізації в складі стартап-проектів, у тому числі для продажу ліцензій і трансферу технологій.

ФК 18. Здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних світових науково-технічних досягнень в сфері електричних машин та апаратів та прогноз створення та розвитку нових ефективних технічних рішень.

Програмні результати:

ПРО7. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРО9. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

ПРО10. Обґрунтовувати вибір напрямку та методики наукового дослідження з урахуванням сучасних проблем в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРО 14. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРО 16. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем

ПРО 17. Планувати та виконувати наукові дослідження та інноваційні проекти в сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

ПР 19. Розв'язувати класичні, комплексні і непередбачувані завдання в галузях електроенергетики, електротехніки та електромеханіки із застосуванням сучасних та інноваційних підходів до їх вирішення

ПР 21. 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:

8. Електромашинні генератори

Тема 1.1 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.

Тема 1.2 Електромашинні генератори (ЕМГ) як елементи систем автоматики. ЕМГ в режимі холостого ходу (математична модель).

Тема 1.3. 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.

Тема 1.4. Принцип зворотного зв'язку. Генератор зі змішаним збудженням с додатнім ЗЗ. Вибір значень фазозсовуючих елементів K і C для отримання кругового поля в різних режимах. Схеми заміщення та їх параметри. Енергетична діаграма. Розрахунок витрат, $\cos\phi$, моментів, потужностей..

Тема 1.5. Генератор з самозбудженням. Розрахунок перехідного процесу самозбудження Потужність, що споживається на збудження та керування.

2. Інформаційні електричні мікромашини автоматичних пристроїв

Тема 2.1. Отримання передавальної функції та операторного рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Тема 2.2. Функція передачі та перетворення сигналу та функція підсилення потужності сигналу. Електромашинний генератор, як підсилювач потужності.

Тема 2.3. 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.

Тема 2.4. 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.

Тема 2.5. Параметри отриманої перехідної характеристики. Врахування неповної компенсації. Висновки по темі. Аналіз і ступінь достовірності отриманого виразу. Врахування неповної компенсації.

Тема 2.6. Загальні вимоги до електродвигунів систем автоматики. Виконавчий двигун постійного струму (ВДПС). Робочі властивості та характеристики ВДПС при якірному способі керування. Сімейство механічних та регулювальних характеристик. Електричні двигуни – як елементи СА.

8. Синхронні мікродвигуни різних типів для систем автоматики

Тема 3.1. Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону ВДПС. Поняття динамічної ємності. Динамічні властивості двигуна при якірному способі регулювання.

Тема 3.2. Сімейство механічних та регулювальних характеристик ВДПС з полюсним керуванням. Статичні характеристики ВДПС з полюсним керуванням.

Тема 3.3. Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону ВДПС. Динамічні властивості двигуна при полюсному управлінні. Аналіз отриманого виразу.

Тема 3.4. Двигун з дисковим печатним якорем. Основні переваги двигуна з дисковим печатним якорем. Двигун з демпфуючим моментом. Швидкодіючі ІДПТ для систем автоматики

Тема 3.5. Двигуни з гладким якорем. Конструкція машини серії МНГ. НДПТ з порожнистим проволочним якорем.

Тема 3.6. Види та властивості матеріалів постійних магнітів. Конструкції магнітних систем ВДПС з постійними магнітами. Конструкція магнітних систем МПС з постійними магнітами.

Тема 3.7. Особливості проявлення реакції якоря в МЕЗ. Електрична машина з магнітом'якими полюсними наконечниками. Специфіка робочого процесу в ЕМ з магнітоелектричною системою. Комутація в машині з постійними магнітами та робоча діаграма.

Тема 3.8. Блок-схема БДПС. Робота принципової спрощеної схеми БДПС нереверсивного двигуна. Безконтактні двигуни постійного струму(БДПС). Блок-схема БДПС

8. Крокові електродвигуни

Тема 4.1. Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами. Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами.

Тема 4.2. 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.

Тема 4.3. 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 КД.

8. Виконавчі мікромашини систем автоматики

Тема 5.1. Конструкція ІГ. Різні конструкції зубцевої зони ІГ. Переваги ІГ. Типи конструкції ІГ по розташуванню обмотки збудження. Переваги ІГ. Різні конструкції ІГ по розташуванню ОЗ.

Тема 5.2. Конструкція, принцип дії багатшвидкісних АД. Обмотки Деландера (схема Деландера).

Тема 5.3. Функції ОТ. Конструкція і функціональна схема ОТ. Конструкція обертових трансформаторів.

Тема 5.4. Основні співвідношення роботи СКОТ. Первинне симетрування обмоток СКОТ. Вторинне симетрування обмоток СКОТ.

Тема 5.5. ЛОТ з первинним симетруванням. Основні параметри та характеристики ЛОТ. Область застосування ЛОТ.

Тема 5.6. Масштабний ОТ. ЛОТ в співвідношенні з МОТ. ОТ в режимі фазообертача.

Тема 5.7. Обмоточні гармоніки ОТ. Обмоточна функція ОТ. Властивості обмотувальної функції. Обмотувальний коефіцієнт для гармоніки. Види похибок ОТ. Інші види обмотувальних функцій застосовувані в ОТ. Похибки обертових трансформаторів.

Тема 5.8. Принцип дії і конструкції СРРД. Конструкції СДПМ. Особливості асинхронного пуску СДПМ.

Тема 5.9. Конструкція, принцип дії гістерезисних двигунів. Область застосування гістерезисних двигунів. Природа гістерезисного моменту. Принцип роботи гістерезисного двигуна. Механічні характеристики ГД.

Тема 5.10. Векторна діаграма і робочі характеристики гістерезисного двигуна. Технічні та експлуатаційні переваги і недоліки гістерезисного двигуна.

Тема 5.11. Конструкція та принцип дії сельсинів, функціональне призначення сельсинів. Однофазні сельсини (мікромашини). Безконтактні сельсини (однофазні). Квазістаціонарний режим.

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., Тимошук 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:

- 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>.
- 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).
- 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 magnetoelectric 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).
- 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 magnetoelectric generator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2(118)), 67–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263432>.
- Ostroverkhov, M., Chumack, V., Falchenko, M., & Kovalenko, M. (2022). Development of control algorithms for magnetoelectric 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>.
- 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 удосконалення 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 безмультиплікаторної вітроелектроустановки при дискретних та випадкових значеннях швидкості вітру. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалення 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). 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 пара-метрів і характеристик. Література: [4], с.253-260, [3], с. 123- 127, [6], с. 12- 17
3	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, $\cos\phi$, моментів, потужностей. Література: [1] с.269-273, [3] с.34-46, [5] с.234-246
4	Генератор з самозбудженням. Генератор з самозбудженням. Розрахунок перехідного процесу самозбудження Потужність, що споживається на збудження та керування. Функція передачі та перетворення сигналу та функція підсилення потужності сигналу. Електромашинний генератор, як підсилювач потужності. Література: [1] с.269-273, [2] с.84-96, [5] с.247-261
5	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
6	Електричні двигуни як елементи систем автоматики. Загальні вимоги до електродвигунів систем автоматики. Виконавчий двигун постійного струму (ВДПС).

	<p><i>Робочі властивості та характеристики ВДПС при якірному способі керування. Сімейство механічних та регульовальних характеристик. Електричні двигуни – як елементи СА.</i></p> <p><i>Література: [1], с.344-350; [2], с. 76-83, [5], с. 101-109.</i></p>
7	<p>Динамічні властивості ВДПС при якірному способі регулювання. <i>Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону 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>
8	<p>Динамічні властивості ВДПС при полюсному керуванні. <i>Складання динамічної моделі роботи ВДПС. Визначення характеру перехідного процесу розгону ВДПС. Динамічні властивості двигуна при полюсному управлінні. Аналіз отриманого виразу.</i></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>
9	<p>Швидкодіючі ВДПС для систем автоматики. <i>Двигун з дисковим печатним якорем. Основні переваги двигуна з дисковим печатним якорем. Двигун з демпфуючим моментом. Швидкодіючі ДПТ для систем автоматики.</i></p> <p><i>Література: [1], с.55-64; [2], с. 125-133; [5] с. 186-193</i></p>
10	<p>Електричні машини з циліндричними якорями і друкованою обмоткою. <i>Двигуни з гладким якорем. Конструкція машини серії МНГ. НДПТ з порожнистим проволочним якорем.</i></p> <p><i>Література: [1], с.65-74; [3], с. 251-263; [4] с. 94-98</i></p>
11	<p>Магнітоелектричні системи збудження (МЕЗ) ВДПС. <i>Види та властивості матеріалів постійних магнітів. Конструкції магнітних систем ВДПС з постійними магнітами. Конструкція магнітних систем МПС з постійними магнітами. Особливості проявлення реакції якоря в МЕЗ. Електрична машина з магні-том'якими полюсними наконечниками. Специфіка робочого процесу в ЕМ з магні-тоелектричною системою. Комутація в машині з постійними магнітами та робоча діаграма.</i></p> <p><i>Література: [1], с.75-87; [3], с. 271-283; [4] с. 101-108</i></p>
12	<p>Безконтактні ДПС (БДПС). <i>Блок-схема БДПС. Робота принципової спрощеної схеми БДПС нереверсивного двигуна. Безконтактні двигуни постійного струму(БДПС). Блок-схема БДПС.</i></p> <p><i>Література: [1], с.240-253; [3], с. 110- 122.</i></p>
13	<p>Крокові двигуни. Режими роботи. <i>Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами. Основні визначення КД. Основні типи схем керування кроковими двигунами. Межі стійкого руху ротора крокового двигуна (кордони відсутності збою). Граничний синхронний режим. Характеристика частоти прийомистості КД.</i></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>
14	<p>Схема живлення і перемикання обмоток різнополярними імпульсами струмів. <i>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.</i></p> <p><i>Література: [2], с.101-187; [3] с. 139-148</i></p>
15	<p>Полюсоперемикаючі або багатошвидкісні АД. <i>Конструкція, принцип дії багато-</i></p>

	<i>швидкісних АД. Обмотки Деландера (схема Деландера). Література: [1] с.298-310; [2] с.298-310; [4] с. 190-234</i>
16	Обертові трансформатори (ОТ) та параметри обмоток. Функції ОТ. Конструкція і функціональна схема ОТ. Конструкція обертових трансформаторів. Обмоточні гармоніки ОТ. Обмоточна функція ОТ. Властивості обмотувальної функції. Обмотувальний коефіцієнт для гармоніки. Види похибок ОТ. Інші види обмотувальних функцій застосовувані в ОТ. Похибки обертових трансформаторів. Література: [1] с.310-316, [2] с.210-216; [6] с.21-26
17	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
18	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
19	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.
20	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.
21	Гістерезисні двигуни. Робочі характеристики. Конструкція, принцип дії гістерезисних двигунів. Область застосування гістерезисних двигунів. Природа гістерезисного моменту. Принцип роботи гістерезисного двигуна. Механічні та робочі характеристики ГД. Технічні та експлуатаційні переваги і недоліки гістерезисного двигуна. Література: [1], с.236-252; [3] с. 240-248; [4] с. 166-173 Модульна контрольна робота – 2 години
22	Сельсини. Конструкція та принцип дії сельсинів, функціональне призначення сельсинів. Однофазні сельсини (мікромашини). Безконтактні сельсини (однофазні). Квазістаціонарний режим. Література: [2], с. 76-83; [4], с. 11- 22; [7], с.14-23; [10], с.4-7.

Практичні заняття

1	Практичне заняття 1. Аналіз конструкцій і принципів роботи електричних машин постійного струму. Вивчення типових схем включення електродвигунів постійного струму. Розгляд особливостей застосування в системах автоматичного керування. Обчислення пускових і номінальних характеристик
2	Практичне заняття 2. Розрахунок і моделювання динаміки асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Розв'язання задач на розрахунок пускових режимів. Побудова механічної характеристики. Аналіз впливу параметрів на стабільність обертового моменту в системах керування.
3	Практичне заняття 3. Дослідження електричних машин із фазним ротором та їх роль в регульованих приводах.

	<i>Визначення способів керування пуском і гальмуванням. Розгляд випадків регулювання швидкості за допомогою зміни опору ротора. Побудова електромеханічних характеристик.</i>
4	Практичне заняття 4. Аналіз роботи синхронних машин у системах точного електропривода. <i>Вивчення способів збудження та синхронізації. Оцінка режимів роботи під навантаженням. Розрахунок потужності та коефіцієнта потужності.</i>
5	Практичне заняття 5. Огляд спеціалізованих електричних машин автоматики: тахогенератори, сервомотори, крокові двигуни. <i>Вивчення типових характеристик спеціальних машин. Розгляд прикладів використання в замкнутих системах керування. Аналіз точності та динаміки реагування.</i>
6	Практичне заняття 7. Дослідження крокових двигунів в системах автоматики. <i>Вивчення типових застосувань. Оцінка прикладів використання в системах керування. Побудова системи позиціонування.</i>
7	Практичне заняття 8. Дослідження двошвидкісних електричних машин систем автоматики. <i>Вивчення типових характеристик спеціальних машин. Розгляд прикладів використання. Аналіз режимів роботи.</i>

6. Самостійна робота студента

Розподіл годин на проведення самостійної роботи студентами:

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до проведення аудиторних занять</i>	44
2	<i>Підготовка до проведення практичних робіт</i>	14
3	<i>Підготовка до МКР</i>	9
4	<i>Підготовка до заліку</i>	9
	<i>Усього</i>	76

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. Виконання КР з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до заліку;

- **правила поведінки на заняттях:** студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- **правила 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 автоматики»;
- **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: залік.

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	Практичні роботи	МКР	R _c	R _{зал}	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 практичних заняттях

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів на всіх практичних роботах – 4 бали * 6 = 36 балів.

Ваговий бал – 6.

За кожен практичну можна отримати бали згідно наступного рейтингу:

Виконання практичних завдань і надана повна, обґрунтована відповідь при захисті роботи – 6 бали.

Виконання з незначними помилками або неякісне оформлення – 4 ... 5 бали.

Суттєві помилки але повне розуміння теми і матеріалу практичної роботи – 1 ... 3 бали.

Практичне завдання не виконано – 0 балів.

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

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

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

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

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_3 = 33 - 40$ 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 $R_3 = 25 - 32$ 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 $R_3 = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_3 \leq 15$ 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 електромеханіки ФЕА, к.т.н. Чумаком В.В. та старшим викладачем кафедри електромеханіки ФЕА, д.ф. Ігнатьюком Є.С.

Ухвалено кафедрою електромеханіки факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 14 від 02.06.2026 р.)

Погоджено навчально-методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 10 від 26.06.2026 р.)