



СПЕЦІАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>14 «Електрична інженерія»</i> |
| Спеціальність | <i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i> |
| Освітня програма | <i>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ (ELECTRIC MACHINES AND APPARATUS)</i> |
| Статус дисципліни | <i>Нормативна</i> |
| Форма навчання | <i>заочна</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>I курс, осінній семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>180 години / 6 кредити ECTS</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>Екзамен/ДКР</i> |
| Розклад занять | http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a0c4718e-21f5-46d5-bdb8-d6ff7eda3a4c |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: <i>д.т.н. Шинкаренко Василь Федорович, 0662172244</i> Практичні: <i>д.т.н. Шинкаренко Василь Федорович, 0662172244</i> |
| Розміщення курсу | https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Спеціальні електричні машини» 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 пізнання принципів структурної організації і закономірностей еволюції видової різноманітності електричних машин, засвоєння принципів наукової систематики прогресуючої різноманітності структурних і функціональних класів електричних машин, набуття практичних навичок структурного передбачення і інноваційного синтезу принципово нових структурних класів і різновидів спеціальних електричних машин за заданою функцією цілі.

Предмет навчальної дисципліни – принципи структурної організації і функціональної еволюції спеціальних електричних машин в умовах науково-технічного прогресу; основи генетичної систематики, еволюціонуючої різноманітності електричних машин; тенденції розвитку і напрямів практичного використання спеціальних ЕМ; генетичні і фізичні властивості джерел з біжучими і обертовими магнітними полями; системні властивості, закономірності розвитку та напрямки практичного використання базових видів спеціальних ЕМ поступального і обертального рухів; особливості конструкції, електромагнітних процесів і областей практичного застосування спеціальних машин автономних систем електропостачання і електроприводу; принципи структурної організації, особливості електромагнітних процесів і області практичного використання електромеханічних

перетворювачів енергії для безпосереднього здійснення технологічних процесів; принципи структуроутворення, областей функціонування складних спеціальних ЕМ-систем.

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.

ФК2. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів 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.

ФК8. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила і стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК10. Здатність демонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

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 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:

ПРО1. Відтворювати процеси в електроенергетичних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

ПРО2. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовженні ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів систем.

ПРО3. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

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

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

ПР11. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземними мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПР15. Знати сучасні методи математичного моделювання електричних машин та апаратів, електромеханічних перетворювачів енергії електромеханічних комплексів.

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

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

ПР 20. Розв'язувати класичні, комплексні і непередбачувані завдання в галузях електроенергетики, електротехніки та електромеханіки із застосуванням сучасних та інноваційних підходів до їх вирішення

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

В структурно-логічній схемі програми підготовки зі спеціальності дисципліна «Спеціальні електричні машини» фактично є основною дисципліною, яка забезпечує майбутніх спеціалістів системними знаннями стосовно принципів організації їх структурно-функціональної різноманітності, особливостей електромеханічного перетворення енергії, тенденцій розвитку і областей практичного використання функціональних класів електричних машин (спеціальних електричних машин). Дисципліна «Спеціальні електричні машини», маючи безпосередній зв'язок з дисципліною «Електричні машини», «Моделювання електромеханічних систем», є базовою для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістрів, які обрали магістерські програми навчання: «Генетична систематика електричних машин», «Генетичне передбачення в структурній електромеханіці і створення генетичних банків інновацій», «Інноваційний синтез гібридних електромеханічних систем». Кредитний модуль також використовується при вивченні окремих розділів спеціальної дисципліни «Основи теорії структур електромеханічних систем».

Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

- 1. Тенденції розвитку, систематика, базові Роди і Види спеціальних електричних машин**, до якого ввійшли питання проблеми структурної різноманітності і закономірностей розвитку спеціальних електричних машин, основ генетичної систематики електричних машин
- 2. Електричні машини поступального руху**, до якого ввійшли питання генетичних і фізичних властивостей джерел з біжучим електромагнітним полем, базових Видів, конструкції, властивостей і галузей використання електричних машин поступального руху.
- 3. Функціональні класи спеціальних електричних машин обертального руху**, до якого ввійшли питання базових Видів спеціальних електричних машин обертального руху, спеціальні ЕМ для автономних систем електропостачання, синхронні генератори контактного типу, безконтактні ЕМС енергозабезпечення, синхронні генератори з пазуроподібним ротором, безконтактні СГ з внутрішньозамкненим магнітопроводом, синхронні генератори з магнітоелектричним збудженням та асинхронні генератори.
- 4. Складні електромеханічні системи спеціального призначення**, до якого ввійшли питання про електромеханічні перетворювачі енергії для безпосереднього здійснення технологічних процесів, електромеханічні апарати і дезінтегратори (ЕМД) для безпосереднього здійснення технологій.

Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Освітньо-наукова програма другого (магістерського) рівня вищої освіти з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Режим доступу [https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/opfiles/141_ONPM_EEEM_2022.pdf]. – Дата останнього відвідування 05.05.2023р.
2. Основи наукових досліджень [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізація «Електричні машини і апарати» / В. Ф. Шинкаренко, А. А. Шиманська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 17863 KB). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 184 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38773>
3. Моделювання електромеханічних систем [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", спеціалізації "Електричні машини і апарати" / В.Ф. Шинкаренко, А.А. Шиманська, В.В. Котлярова. - Електронні текстові данні (1 файл: X,XX Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 258 с. українською мовою; Затверджено Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського Протокол № 10; дата 04.11.2019. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38793>
4. Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307>

Додаткові:

1. Шинкаренко В.Ф. Про природу структурних паралелізмів в технічній еволюції електромеханічних перетворювачів енергії // Електромеханічні і енергозберігаючі системи, випуск № 1, 2018. – С. 8-22
2. Кузнєцов Ю.М., Попов Г.Т., Шинкаренко В.Ф. Головні напрямки наукових досліджень в умовах «Індустрія 4.0» / Проблеми Національної безпеки України у викликах новітньої історії. – К.: АНВОУ, 2019. – С. 647-667
3. V. Shynkarenko, Yu. Kuznetsov, L. Soos, A. Shymanska, V. Kotliarova, P. Krasovskyi The Principle of Hybridization in the Structural Organization and Evolution of Electromechanics Objects, *Strojnícky časopis - Journal of Mechanical Engineering* 72(2)2022:173-188 <https://sciendo.com/article/10.2478/scjme-2022-0027>
4. V. Shynkarenko, A. Makki, V. Kotliarova, A. Shymanska, P. Krasovskyi, "Genetic Organization and Evolution of Electromechanical Objects with Adaptive Geometry of Active Zone," *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.* 5(5), 512-525, 2020 <https://doi.org/10.25046/aj050564>
5. Vasyl Shynkarenko, Ali Makki, Viktoriia Kotliarova and Anna Shymanska Modular Principle in the Structural Organization and Evolution of Electromechanical Objects // *International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)* <https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896446>
6. Vasyl Shynkarenko, Ali Makki, Viktoriia Kotliarova and Anna Shymanska Genetic Synthesis of Electromechanical Objects of the Modular Type // *International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)* <https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896596>
7. Anna Shymanska, Kateryna Pavlovska Principles of hybrid electromechanical structure classes genetic systematics // *International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES)* <https://doi.org/10.1109/MEES.2017.8248883>
8. Словник із структурної і генетичної електромеханіки / В. Ф. Шинкаренко, А.А. Шиманська. Рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ». (Протокол № 4 від 12.05.15). – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 112 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38693>

3. 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 | <p>Проблема структурної різноманітності і закономірності розвитку спеціальних електричних машин. Мета і задачі дисципліни. Значення дисципліни у підготовці майбутніх спеціалістів. Місце і значення спеціальних ЕМ в електромеханіці і сучасній техніці. Основні тенденції розвитку спеціальних ЕМ. Области практичного використання.</p> <p>літературні джерела: [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 1,2 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 2 | <p>Основи генетичної систематики електричних машин. Проблема і значення систематики в складних еволюціонуючих системах. Основні терміни і визначення. Область існування і генетична класифікація породжувальних структур спеціальних ЕМ. Генетична модель структуротворення існуючих класів ЕМ. Принцип збереження генетичної інформації. Складові геносистематики (генетична класифікація, таксономія і номенклатура).</p> <p>літературні джерела: [3]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 1,2 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 3 | <p>Вимоги до систематики ЕМ. Поняття базового Виду ЕМ і його генетична природа. Базовий вид ЕМ як основна таксономічна категорія систематики. Внутрішня структура Базового Виду. Реальні, інформаційні і неявні Види ЕМ. Види-близнюки і Види-двійники ЕМ. Системні і індивідуальні властивості базових Видів спеціальних ЕМ. Категорія Роду ЕМ. Поняття «ідеального Роду». Рангова структура основних систематичних одиниць.</p> <p>літературні джерела: [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 3 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 4 | <p>Принципи геносистематики довільних функціональних класів ЕМ. Прогностична функція геносистематики ЕМ. Принцип нерівномірності темпів розвитку і популяційної структури базових видів ЕМ. Прикладні задачі систематики.</p> <p>літературні джерела: [3]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 4 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 5,6 | <p>Генетичні і фізичні властивості джерел з біжучим електромагнітним магнітним полем. Генетичний код і кінцеві електромагнітні ефекти. Способи утворення біжучого поля. Генетична класифікація розподілених обмоток. Індуктори біжучого магнітного поля. Компонувальні схеми ЛАД. Обмотки індукторів біжучого поля. Тривимірна геометрична модель плоского індуктора. Вторинні елементи (ВЕ) плоских асинхронних машин поступального руху. Складові магнітного поля у повітряному зазорі реального індуктора. Парна і непарна кількість полюсів в індукторах біжучого поля. Узгоджене і зустрічне з'єднання обмоток у двосторонньому плоскому індукторі.</p> <p>літературні джерела: [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 5,6 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 7 | <p>Базові види асинхронних електричних машин поступального руху. Область існування і системні властивості базових видів асинхронних машин (АМ) поступального руху.</p> |

| | |
|-------|---|
| | <p>Область існування ПДП АМПР. Принцип дії АД з плоским індуктором. Класифікація ЛАД за областями використання. Компонувальні схеми АД з плоским індуктором. ЛАД з одностороннім індуктором. Вторинні елементи ЛАД. Класифікація і основні вимоги до вторинних елементів. Класифікація вторинних елементів тягових ЛАД. Секціоновані ВЕ з температурними зазорами.</p> <p>літературні джерела: [3];</p> <p>Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 7</p> <p>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 8,9 | <p>Кінцеві електромагнітні ефекти в реальних індукторах біжучого магнітного поля. Генетична природа кінцевих електромагнітних ефектів. Первинний поперечний кінцевий ефект. Фізична природа первинного поздовжнього КЕ. Наслідки прояву первинного поздовжнього КЕ. Коефіцієнт поздовжнього кінцевого ефекту. Вторинний поздовжній КЕ в індукторах біжучого поля. Фізична природа вторинного поздовжнього КЕ. Результати фізичних експериментів. Вплив швидкості руху на розподіл нормальної складової індукції у повітряному зазорі. Додаткові втрати потужності, зумовлені дією ВПКЕ. Вторинний поперечний КЕ в плоских АМ. Складові електромагнітних сил в лінійних двигунах. Складові нормальних сил в плоских АД. Вплив ВПКЕ на розподіл нормальних сил. Поперечні сили в плоских АД. Принципи компенсації кінцевих електромагнітних ефектів.</p> <p>літературні джерела: [3];</p> <p>Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 8,9</p> <p>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 10 | <p>Спеціальні електричні машини обертального руху. Систематика функціонального класу електричних машин обертального руху. Топологічна модель формотворення ЕМ обертального руху. Конічні електричні машини обертального руху та області їх практичного застосування. Приклади практичного використання ЕМ роду конічних.</p> <p>літературні джерела: [2];</p> <p>Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 10</p> <p>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 11 | <p>Електричні машини роду тороїдальних плоских. Основні геометричні розміри ЕМ з ТПС. Основні компонентні схеми. Порівняльний аналіз циліндричних і тороїдальних машин. Области практичного використання. Сучасні конструкції електричних машин Роду тороїдальних. Модульні тягові двигуни серії EMRAX.</p> <p>літературні джерела: [2];</p> <p>Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 11</p> <p>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 12,13 | <p>Спеціальні електричні машини роду сферичних. Особливості термінології. Систематика і еволюція сферичних ЕМПЕ. Короткий аналіз технічної еволюції сферичних ЕМПЕ. Сучасні напрями практичного застосування сферичних ЕМ. ЕМ-системи просторової орієнтації. Робототехніка. Сферичні тягові двигуни. Сферичні мікродвигуни для систем машинного зору. Сферичні магнітні системи для електрофізичних комплексів термоядерного синтезу (типу токамак і стелларатор). Інноваційні проекти за участю аспірантів і студентів кафедри. Сферичні хвильові генератори коливального руху. ЗЕМЛЯ як природна сферична електромеханічна система.</p> <p>літературні джерела: [3];</p> <p>Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 12, 13</p> <p>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |

| | |
|-------|---|
| 14,15 | <p>Спеціальні електричні машини з електромагнітною редуцією моменту і швидкості руху. Електричні двигуни з ротором, що котиться. Генетична природа і систематика двигунів з котким ротором. Еволюція ДКР. Принципові відмінності ДКР. Принцип дії ДКР. Класифікація та робочі властивості двигунів з котким ротором. Двигуни з хвильовим ротором. Способи отримання несиметричних магнітних полів в ДКР. Аналіз експлуатаційних характеристик. Області практичного застосування. Інноваційні проекти студентів кафедри. Магнітні редуктори та передачі. Принцип дії. Генетична природа магнітних редукторів. Приклади практичного використання. Мотор-редуктори. Класифікація мотор-редукторів.</p> <p>літературні джерела: [3]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 14,15 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 16 | <p>Функціональні класи спеціальних електричних машин. Спеціальні ЕМ для автономних систем електропостачання. Синхронні генератори контактного типу. Безконтактні ЕМС енергозабезпечення. Синхронні генератори з пазуроподібним ротором. Безконтактні СГ з внутрішньозамкненим магнітопроводом. Синхронні генератори з магнітоелектричним збудженням. Асинхронні генератори. Інноваційні проекти студентів кафедри.</p> <p>літературні джерела: [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 16 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 17,18 | <p>Електромеханічні перетворювачі енергії для безпосереднього здійснення технологічних процесів. Класифікація ЕМПЕ для безпосереднього здійснення технологічних процесів. Електромеханічні апарати і дезінтегратори (ЕМД) для безпосереднього здійснення технологій. Однообмоткові апарати типу АВС для подрібнення і тонкого помолу речовин. Принцип дії і особливості конструктивного виконання електромеханічних дезінтеграторів (ЕМД) Роду плоских. Умови функціонування ЕМД. Динаміка руху елементарної ДФЧ. Фактори, що впливають на інтенсивність обробки технологічних інгредієнтів в активній зоні ЕМД. Основні переваги та проблеми ЕМД (у порівнянні з механічними). Області практичного застосування ЕМД. Інноваційні розробки аспірантів і студентів кафедри.</p> <p>літературні джерела: [3]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» лекція 17,18 https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |

Практичні заняття

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань |
|-------|---|
| 1,2 | <p>Розв'язання задач на ідентифікацію генетичного коду за заданим прототипом спеціальної електричної машини та визначення її Видової і Родової приналежності.</p> <p>літературні джерела [2] Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2307</p> |
| 3 | <p>Розв'язання системних та інноваційних задач з визначення області існування функціональних класів електромеханічних систем та побудови рангової структури систематики функціональних класів ЕМ.</p> <p>літературні джерела [2] Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини»</p> |

| | |
|---|---|
| | https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 4 | Розв'язання пошукових задач на способи компенсації поздовжніх і поперечних кінцевих ефектів в електричних машинах поступального руху. Розв'язання задач спрямованого синтезу нових різновидів спеціальних ЕМ з використанням закону гомологічних рядів електромеханічних систем. літературні джерела [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 5 | Розв'язання пошукових задач на способи компенсації бокових сил в плоских електродвигунах. Розв'язання задач з спрямованого синтезу нових різновидів спеціальних ЕМ технологічного призначення з підвищеними показниками якості. літературні джерела [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 6 | Частина 1 МКР. Розв'язання пошукових задач спрямованого синтезу нових різновидів спеціальних ЕМ для систем автономного електропостачання з використанням закону гомологічних рядів електромеханічних систем. Розв'язання задач генетичного синтезу і аналізу нових різновидів спеціальних ЕМ з використанням моделей видоутворення. літературні джерела [2]; [3]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 7 | Частина 2 МКР. Розв'язання інноваційних задач з використанням методології генетичного синтезу і аналізу нових різновидів спеціальних ЕМ за заданою функцією цілі. Розв'язання задач генетичного синтезу гібридних і суміщених різновидів спеціальних літературні джерела [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 8 | Частина 3 МКР. Розв'язання пошукових задач структурного синтезу і аналізу складних ЕМ-систем. літературні джерела [2]; Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |
| 9 | Науковий семінар з обговоренням результатів виконання МКР Дистанційний курс «Спеціальні електричні машини» https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2307 |

4. Самостійна робота студента

| № з/п | Вид самостійної роботи | Кількість годин СРС |
|-------|---------------------------------|---------------------|
| 1 | Підготовка до аудиторних занять | 84 |
| 3 | Розв'язок задач | 6 |
| 5 | Виконання ДКР | 30 |
| 6 | Підготовка до екзамену | 36 |

5. 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 екзамену;
- 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 захисту індивідуальних завдань: захист курсової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально у встановлений викладачем термін;
- 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 КР.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання КР 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 «Спеціальні електричні машини»;
- 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.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, розв'язання задач

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

Семестровий контроль: екзамен

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;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання трьох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

| Експрес-опитування | Розв'язання задач | ДКР | Rc | Рекз | R |
|--------------------|-------------------|-----|----|------|-----|
| 4 | 8 | 48 | 60 | 40 | 100 |

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,25.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

0,25 бали * 16 = 4 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,25;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

1 бал * 8 = 8 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0,5;

Домашня контрольна робота

Програмою передбачено проведення 1 домашньої контрольної роботи, яка виконується у вигляді трьох частин, результати яких враховуються в поточній семестровій атестації студентів. Мета контрольних заходів полягає у визначенні рівня засвоєння теоретичного матеріалу за відповідними тематичними розділами робочого навчального плану (варіанти завдань наведені в додатку А):

- Індуктори з біжучим магнітним полем. Первинні повздожній і поперечний кінцеві електромагнітні ефекти.
- ЕМ з аксіальним зазором. Суміщені ЕМ. Багатостепеневі ЕМ.
- Електромеханічні перетворювачі енергії для безпосереднього здійснення технологічних процесів.

У разі необхідності домашня контрольна робота може бути проведена у вигляді розв'язання індивідуальних завдань, розміщених у дистанційному курсі з дисципліни на платформі дистанційної освіти Сікорський.

Ваговий бал частин ДКР – 16

Максимальний бал за ДКР – 48.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 2 задач – 16 балів;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 12-15 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 7-8 балів;
- часткове розв'язання 1 задачі – 1-6 балів;
- відсутність відповіді – 0 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

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.

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток А.

Перелік завдань для модульної контрольної роботи

Частина № 1. «Індуктори з біжучим магнітним полем.

Первинні поздовжній і поперечний кінцеві електромагнітні ефекти»

Завдання 1.

Визначити (за допомогою генетичних кодів) до якого класифікаційного ряду в структурі Генетичної класифікації належать ідеалізовані моделі індукторів біжучого поля, якщо вони задовольняють наступним вимогам:

- 1.1. Довжина і ширина індуктора нескінченні; (0.0)
- 1.2. Нескінченна тільки ширина індуктора; (2.0)
- 1.3. Нескінченна тільки довжина індуктора; (0.2)

Завдання 2.

Визначити швидкість хвилі біжучого поля індуктора (м/с), якщо задані наступні вихідні дані: частота $f = 50$ Гц; активна довжина індуктора $L_{\text{инд}} = 100$ см; Число полюсів індуктора $2p = 4$.

$$V = 2 \tau f = 2 f L_{\text{инд}} / 2p = 2 \cdot 50 \cdot 1 / 4 = 25 \text{ м/с}$$

Завдання 3.

Вказати наявність (+) або відсутність (-) первинних поздовжнього і поперечного кінцевих ефектів для наведених в таблиці індукторів:

| | Первинний поздовжній KE | Первинний поперечний KE |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| ТП 0.2 y | ? (-) | ? (+) |
| ЦЛ 2.0 x | ? (+) | ? (-) |
| СФ 2.2 | ? (+) | ? (+) |
| ПЛ 0.0 y | ? (-) | ? (-) |

Завдання 4.

З якими типами вторинних елементів може функціонувати ЛАД з двостороннім плоским індуктором при „узгодженому” і „зустрічному” включенні обмоток:

| | Узгоджене | Зустрічне |
|-----------------------|-----------|-----------|
| ДЛАД з немагнітним ВЕ | ? (+) | ? (-) |
| ДЛАД з біметалевим ВЕ | ? (+) | ? (+) |
| ДЛАД з к.з. ВЕ | ? (+) | ? (+) |
| ДЛАД з фазним ВЕ | ? (+) | ? (+) |

Завдання 5.

Пояснити різницю в термінах: „Індуктивна ЕМ”, „Індукційна ЕМ”, „Індукторна ЕМ”. Навести приклад ЕМ (вказати повну назву), яка одночасно задовольняє всім трьом термінам.

Частина № 2. «Електричні машини з аксіальним зазором. Суміщені електричні машини. Багатоступеневі електричні машини»

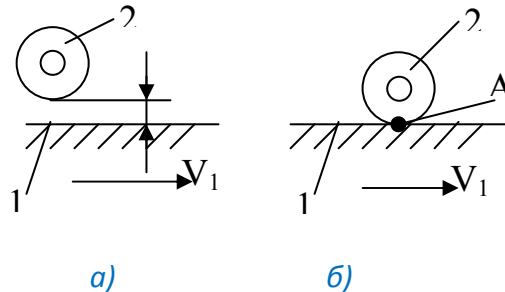
Завдання 1.

Вказати, до якої із наведених нижче класифікаційних груп слід віднести види спеціальних АД, синтезованих на джерелі СФ 0.2 у:

- АД з радіальним зазором ?,
- АД з аксіальним зазором ?,
- АД з радіально-аксіальним зазором ?

Завдання 2.

На рис. а) і б) наведено два варіанти просторових компоновок АД з плоским нерухомим індуктором 1 (ПЛ 2.2) і циліндричним ротором 2.



- Заповнити таблицю, в якій вказати наявність або відсутність наступних величин:
- 1) кутової швидкості обертання ротора (ω_{OU}), з врахуванням знаку (за додатній напрям вважати обертання за годинниковою стрілкою);
 - 2) лінійної швидкості переміщення ротора (V_{OX}), з врахуванням знаку (за додатній напрям вважати такий, що співпадає з V_1);
 - 3) числа ступенів свободи руху ротора p .

| | а) | б) |
|-----------------------------------|----|----|
| Ротор з нерухомою віссю обертання | | |
| Ротор з рухомою віссю обертання | | |

Примітка: всі види рухів ротора відбуваються лише в площині ХОУ; Прокозування в точці механічного контакту А (рис. б) – відсутнє.

Завдання 3.

Навести ескіз електродвигуна з котким дисковим ротором, синтезованого на джерелі ТП 0.2 у. Зазначити число ступенів свободи рухомого ротора.

Завдання 4.

Навести ескіз к.з. ротора АД з аксіальним повітряним зазором. Вказати к.з. кільця і стержні ротора. Зазначити напрям шихтовки магнітопровода ротора.

Частина № 3. «Електромеханічні перетворювачі енергії для безпосереднього здійснення технологічних процесів»

Завдання 1.

1.1. Побудувати та візуалізувати геометричну модель двополюсного електромеханічного дезінтегратора з розподіленою поверхневою 3-фазною обмоткою ($\varphi = 60$ ел. град) на основі генетичної структури ТП 2.0 х.;

1.2. На малюнку показати:

- порядок чергування фаз обмоток індукторів;
- контури замикання і орієнтацію основних магнітних потоків;
- орієнтацію вихрових зон;
- довжину полюсного поділу.

Завдання 2.

2.1. Синтезувати і візуалізувати структуру плоского чотирьохполюсного електромеханічного дезінтегратора (ПЛ 2.2х) з переміжними (чередующимися) за поздовжнім напрямом вихровими зонами (обмотки індукторів 3-фазні; $\varphi = 60$ ел. град).

2.2. На малюнку вказати:

- порядок чергування фаз обмоток індукторів;
- контури замикання і орієнтацію основних магнітних потоків;
- орієнтацію вихрових зон;
- довжину полюсного поділу.

Завдання 3.

3.1. На основі аналізу геометричного класу плоских джерел поля в періодичній структурі ГК, вибрати джерело поля і візуалізувати відповідну йому структуру однообмоткового ($m = 3$; $\varphi = 60$ ел. град) електромеханічного дезінтегратора з зустрічними біжучими полями і вихровими активними зонами.

Завдання 4.

4.1. Здійснити вибір генетичного оператора синтезу і синтезувати на основі джерела поля ПЛ 2.0х, структуру однообмоткового електромеханічного дезінтегратора з зустрічними біжучими полями і вихровими активними зонами.

4.2. Візуалізувати синтезовану структуру і вказати вибраний оператор синтезу;

4.3. Вказати порядок чергування фаз;

4.4. Вказати довжину полюсного поділу.

Додаток Б.

Перелік запитань до екзаменаційних білетів з дисципліни «Спеціальні електричні машини»

1. Види асиметрії в електричних машинах (на генетичному і структурному рівнях, навести приклади).
2. Вплив вторинного поздовжнього кінцевого ефекту на розподіл нормальних складових сил в плоскому асинхронному двигуні з одностороннім індуктором.
3. Плоскі асинхронні двигуни з поперечним магнітним потоком (особливості конструкції, принцип дії, області застосування).
4. Первинний поперечний кінцевий ефект в електричних машинах (генетична і фізична природа, область існування, прояви, наслідки).
5. Вторинний поперечний кінцевий ефект в плоских асинхронних двигунах (генетична і фізична природа, область існування, прояви, наслідки).
6. Поперечні сили в плоских асинхронних двигунах (причини виникнення, фізична природа, прояви, наслідки).
7. Безконтактний синхронний генератор з внутрішньозамкненим магнітопроводом (особливості конструкції, принцип дії, властивості, області застосування).
8. Складові нормальної сили в плоскому односторонньому асинхронному двигуні з комбінованим вторинним елементом.
9. Безконтактний синхронний генератор з обертовими випрямлячами (конструкція, принцип дії, властивості, застосування).
10. Принципи компенсації поздовжніх кінцевих ефектів в несиметричних асинхронних двигунах групи 2.2.
11. Електричні машини з котким ротором (генетична природа, особливості конструкції, принцип дії, властивості, область застосування).
12. Особливості розподілу нормальної складової індукції в активній зоні електродинамічного сепаратора в залежності від типу компонування схеми і довжини полюсного поділу індуктора.
13. Асиметрія фазних струмів в індукторах кінцевої довжини (причини виникнення, наслідки і способи компенсації).
14. Електромеханічний дезінтегратор з вихровою активною зоною для безпосереднього здійснення технологічних процесів (особливості конструкції, умови функціонування, принцип дії, області застосування).
15. Асинхронні двигуни з конічним ротором (таксономічний статус класу, принцип дії, властивості, область застосування).
16. Принципи компенсації вторинних поперечних кінцевих ефектів в асинхронних машинах і приклади технічної реалізації.
17. Асинхронні двигуни з дуговим статором (область існування і структура видів класу, особливості конструкції, визначення швидкості обертання, області застосування).
18. Електромеханічні системи для безпосереднього здійснення технологічних процесів (загальна класифікація класу за фізичним станом робочого середовища, приклади систем).
19. Порівняльний аналіз синхронних генераторів (контактного і безконтактного типу) з пазуроподібним ротором (конструкція, принцип дії, електромагнітні процеси, області застосування).
20. Фактори, що впливають на продуктивність та якість обробки матеріалів в електромеханічному дезінтеграторі.
21. Первинний поздовжній кінцевий ефект в індукторах біжучого поля (генетична і фізична природа, прояви, наслідки).
22. Складові електромагнітного поля у повітряному проміжку реального плоского індуктора.
23. Електродинамічні сепаратори лому кольорових металів (принцип дії, компонування схеми, способи транспортування сировини, області застосування).

24. *Способи організації результуючих магнітних полів в активній зоні електромеханічного дезінтегратора багатофакторної дії.*
25. *Узгоджене та зустрічне з'єднання обмоток в двоіндукторному плоскому асинхронному двигуні і відповідні варіанти вторинних елементів.*
26. *Фактори, що впливають на величину виштовхувальної сили, що діє на елементарну немагнітну частинку в активній зоні електродинамічного сепаратора.*
27. *Синхронні безконтактні генератори з магнітоелектричним збудженням і призматичними магнітами (конструктивні типи, принцип дії, властивості, області застосування).*
28. *Способи утворення біжучих (оберткових) магнітних полів в електричних машинах.*
29. *Асинхронні генератори (типи, властивості, область застосування). Умови і процес самозбудження асинхронного генератора.*
30. *Вторинний поздовжній кінцевий ефект в плоских асинхронних двигунах (фізична природа, прояви, наслідки).*
31. *Ємнісні електричні машини (принцип дії, приклади реалізації, область застосування).*
32. *Основні фактори впливу на вторинний поздовжній кінцевий ефект в тягових плоских асинхронних двигунах. Порівняльний аналіз додаткових втрат потужності на вході і виході індуктора.*
33. *Поперечні сили в плоских тягових асинхронних двигунах (фізична природа, прояви, наслідки). Принципи компенсації.*
34. *Принципи систематики електричних машин. Основні систематичні одиниці. Рангова структура таксонів функціональних класів ЕМ.*
35. *Електромагнітні сили і моменти, що діють на елементарну нерівновісну ферромагнітну частинку в активній зоні електромеханічного дезінтегратора.*
36. *Сферичні асинхронні машини (таксономічний статус і структура видів класу, особливості структури, область застосування).*
37. *Тороїдні плоскі асинхронні машини (таксономічний статус і структура видів класу, компоновальні схеми, області застосування).*
38. *Циліндричні асинхронні двигуни зворотньо-поступального руху (таксономічний статус класу, особливості конструкції та електромагнітних процесів, області застосування).*
39. *Принцип компенсації поперечних сил в плоских тягових асинхронних двигунах з немагнітним вторинним елементом.*
40. *Порівняльний аналіз прояву вторинного поперечного кінцевого ефекту в плоских асинхронних двигунах з немагнітним і ферромагнітним вторинними елементами.*
41. *Електромагнітні сили і моменти в асинхронних тороїдних плоских двигунах з торцевим ротором.*
42. *Порівняльний аналіз двигунів з котким ротором і класичного виконання; їх функціональна доцільність.*
43. *Фізичні процеси, що виникають в торцевих зонах секціонованого вторинного елемента тягового плоского асинхронного двигуна.*
44. *Особливості вибору основних геометричних розмірів в тороїдних плоских електричних машинах.*
45. *Плоскі асинхронні машини поступального руху (таксономічний статус і видова структура класу, порівняльний аналіз, області практичного використання).*
46. *Порівняльний аналіз плоских асинхронних машин з поздовжнім і поперечним магнітним потоком.*
47. *Принцип групового симетрування фазних струмів в несиметричних асинхронних двигунах.*
48. *Електромагнітні сепаратори шківного типу (принцип дії, особливості конструкції, системи збудження, галузі використання).*
49. *Магнітоелектричні системи з радіальним і аксіальним магнітними потоками збудження (на прикладі циліндричної і тороїдної плоскої електричних машин).*

50. Електрогенератори для вітроелектростанцій (основні вимоги, основні конструктивні варіанти, принцип дії).

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 професором кафедри електромеханіки ФЕА, д.т.н., проф. Шинкаренко В. Ф.
Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 14 від 25.05.2022 р.)
Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)*