



БЕЗКОНТАКТНІ РЕГУЛЬОВАНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (Electrical machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) та очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=9f535d05-ccd4-4f3a-983e-966c052418db</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. Коваленко Михайло Анатолійович, 0676563651 Практичні: к.т.н. Коваленко Михайло Анатолійович, 0676563651</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4431</i>

Програманавчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Безконтактні регульовані електричні машини» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є одержання теоретичних і практичних знань з тим, щоб у студента закласти основи для виробничо-технічної, проектно-конструкторської та дослідної діяльності.

Предмет навчальної дисципліни – безконтактні регульовані електричні машини, яка є основним ланцюгом в сучасному електроенергетичному процесі. Також безконтактні електричні машини нетрадиційного типу та безконтактні електромагнітні муфти.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (ЗК1-10) Здатність застосовувати знання на практиці; Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; Здатність спілкуватися іноземною мовою; Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій; Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; Здатність приймати обґрунтовані рішення; Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій; Здатність спілкуватися з представниками

інших професійних груп різного рівня; Здатність діяти соціально відповідально та свідомо. (ФК 2, 4-6, 10-13, 17) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням апарату вищої математики, загальної фізики та теоретичної електротехніки; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; Здатність ідентифікувати, одержувати й розміщати необхідні дані, планувати й проводити аналітичні і експериментальні дослідження та моделювання електричних машин і апаратів, критично оцінювати дані й робити висновки; Здатність ефективно використовувати нові технології в процесі модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів.

Знання: конструкції та принципу дії безконтактних машин, технічного обслуговування безконтактних електричних машин; розрахунку та проектування; виконання планово-попереджувальних робіт безконтактних електричних машин; догляду; ремонту, монтажу, несправностей електричних машин.

Уміння: використовувати основні закони електротехніки та електромеханіки при поясненні принципів функціонування електромеханічних перетворювачів енергії; використовувати математичні методи при розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи безконтактних електричних машин та трансформаторів; вибору безконтактних електричних машин для конкретних умов їх експлуатації; виконувати типові розрахунки параметрів, характеристик та режимів роботи безконтактних електричних машин.

Досвід: аудиторної та самостійної роботи при засвоєнні нового матеріалу; використання набутих знань при розв'язанні задач типового характеру; самостійного виконання поставлених завдань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини». Дисципліна «Безконтактні регульовані електричні машини», використовуючи відомі закони електротехніки, подає теорію електричних машин і трансформаторів. При вивченні конструкції та режимів роботи безконтактних електричних машин потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, електроніки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування безконтактних електричних машин та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін «Автоматизований електропривід», «Монтаж та експлуатація електротехнічного обладнання», «Електричні системи та мережі», «Споживачі електричної енергії».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

- 1. Загальна класифікація безконтактних електричних машин. Основні поняття та проблеми,** до якого ввійшли питання про місце і роль безконтактних регульованих електричних машин в електромеханіці та сучасній техніці, проблеми створення та область застосування БРЕМ Основні тенденції розвитку цього класу ЕМ. Загальна класифікація

безконтактних регульованих електричних машин (БРЕМ). Області їх практичного застосування. Колекторні електричні машини як попередник безконтактних регульованих електричних машин. Машини постійного струму як різновид регульованих електричних машин. Фізичне обґрунтування регулюючих властивостей двигунів постійного струму та вентильних двигунів. Проблема створення тягових безконтактних двигунів.

2. **Синхронні безконтактні електричні машини**, до якого ввійшли питання про поліпшення регульовальних властивостей двигунів змінного струму; конструкцію синхронних машин з постійними магнітами; безконтактні синхронні машини з ротором із тангенціальним намагнічуванням; особливості синхронних безконтактних електричних машин з ПМ та область їх застосування; БЕМ з обмотками збудження. Безконтактні СМ із обертовим випрямлячем; Застосування БЕМ із обмоткою збудження; БСМ із зовнішньо та внутрішньо замкненим магнітним потоком; БЕМ із внутрішньо замкненим потоком та одностороннім розташуванням обмотки збудження; Синхронні безконтактні електричні машини торцевого типу; Загальна характеристика індукторних БЕМ; Однойменно полюсні індукторні машини із пульсуючим полем. Різнойменнополюсні індукторні машини із пульсуючим полем; Синхронні безконтактні електричні машини з комбінованим збудженням.
3. **Безконтактні електричні машини постійного струму**, до якого ввійшли питання про різновиди безконтактних електричних машин постійного струму, їх особливості та проблематика; Вентильні машини постійного струму із замкнутою багатосекційною обмоткою якоря; Особливості характеристик та показників вентильних машин; Особливості конструктивного виконання і області застосування вентильних генераторів. Робочі процеси і основні характеристики вентильних машин; Крокові двигуни. Конструкція, принцип дії, параметри та характеристики.
4. **Асинхронні та безконтактні електричні машини спеціального виконання**, до якого ввійшли питання про безконтактні асинхронні та каскадні електричні машини; Частотно-регульовані асинхронні двигуни. Закони регулювання при частотному управлінні; Будова частотно-регульованих двигунів. Основи векторного керування асинхронними двигунами; Безконтактні електромагнітні та магнітні муфти; Безконтактні електричні машини нетрадиційних типів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. J.R. Hendershot & T.J.E. Miller *Design of Brushless Permanent-Magnet Machines*. - Motor Design Books LLC; Second Edition (March 30, 2010). – 882 p.
2. Jacek F. Gieras, Rong-Jie Wang, Maarten J. Kamper *Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machines*. Springer; 2nd ed. 2008 edition (November 21, 2014), -373 p.
3. Ahmed F. Zobaа, Shady H.E. Abdel Aleem *Brushless Electric Machines with Axial Magnetic Flux: Analysis and Synthesis*. 2021. - 118 p.
4. Takashi Kenjo, S. *Permanent-Magnet and Brushless DC Motors*. Oxford University Press (February 20, 1986), - 200 p.
5. Chang-liang Xia *Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives and Controls*. - Wiley; 1st edition (April 24, 2012), - 485 p.
6. Ramu Krishnan *Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives*. - CRC Press, 2009, - 612 p.
7. P.C. Sen *Principles of Electric Machines and Power Electronics*, 3rd Edition. – Wiley, 2013, 640 p.
8. Lon Boldea, Lucian Tutelea *Reluctance Electric Machines Design and Control*. CRC Press, 2020, 432 p.
9. Дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини»
<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4431>

Додаткові:

1. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "Безконтактні регульовані електричні машини". К.: Київ: НТУУ „КПІ”, 2017. – 55 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини систем автоматики» . Розділ: «Безконтактні електричні мікромашини». К.: Київ: Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 55 с.
3. Математичне моделювання електричних машин з постійними магнітами: навчальний посібник. Навчально-методичний посібник /Васьковськи Ю.М., Гайденко Ю.А., Коваленко М.А. // Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2017. – 193 с.
4. Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины. М.: высшая школа, 1990, -416с.
5. 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

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	Лекція 1. Вступ до дисципліни «Безконтактні регульовані електричні машини». Конструкція, принцип дії, загальна класифікація безконтактних електричних машин. Визначення області існування безконтактних електричних машин. Области застосування БРЕМ в силовому устаткуванні та системах автоматики. літературні джерела: [1], , с.240-253; [3], , с. 110- 122. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 1 https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=4431
2	Лекція 2. Класифікація БРЕМ. Коротка характеристика. Типи безконтактних електричних машин та їх коротка характеристика із зазначенням принципу дії та основних відмінностей в роботі. Фізичне обґрунтування регульовальних властивостей колекторних двигунів постійного струму. літературні джерела [1], с.253-260, [3], с. 123- 127; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 2 https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=4431
3	Лекція 3. Теоретичні питання регулювання та перші відомості про БРЕМ змінного струму із постійними магнітами на роторі. Поліпшення регульовальних властивостей двигунів змінного струму. Конструкція синхронних машин з постійними магнітами. БСМ з Ротором із тангенціальним намагнічуванням. літературні джерела [1] с.269-273, [3] с.34-46. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 3 https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=4431
4	Лекція 4. Синхронні безконтактні електричні машини із постійними магнітами. Область застосування та особливості. Особливості синхронних БЕМ з ПМ та область їх застосування. БЕМ з обмотками збудження. Безконтактні СМ із обертовим випрямлячем. Застосування БЕМ із обмоткою збудження. літературні джерела [1] с.274-296; [3] с.34-46. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 4 https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=4431
5	Лекція 5. Синхронні безконтактні електричні машини із пазуроподібним ротором. Безконтактні синхронні машини із зовнішньо замкненим магнітним потоком.

	<p>Безконтактні синхронні машини із внутрішньо замкненим потоком. Безконтактні синхронні машини із внутрішньо замкненим потоком та одностороннім розташуванням ОЗ. Торцеві безконтактні електричні машини.</p> <p>літературні джерела [1] с.298-310; [4] с. 190-234;</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 5</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
6	<p>Лекція 6. Індукторні безконтактні електричні машини. Загальна характеристика індукторних БЕМ. Однойменнопольосні ІМ із пульсуючим полем. Різнойменнопольосні ІМ із пульсуючим полем.</p> <p>літературні джерела [1] с.310-316, [2] с.210-216;</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 6</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
7	<p>Лекція 7. Індукторні машини зі змінним магнітним полем. Синхронні генератори з комбінованим збудженням. Конструкція, принцип дії, область застосування індукторних машин зі змінним магнітним полем та генераторів із комбінованим збудженням. Часові діаграми та рівняння зовнішньої характеристики. Порівняння різних типів ІМ та область застосування.</p> <p>літературні джерела [1], с.324-328; [3], с. 61-65,[4], с. 115-129.</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 7</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
8	<p>Лекція 8. Безконтактні електричні машини постійного струму. Різновиди вентильних електричних машин. Вентильні машини постійного струму із замкнутою багатосекційною обмоткою. Вентильний генератор із напівпровідниковим випрямлячем, що має нульовий вивід.</p> <p>літературні джерела [1], с.328-344; [3] с. 66-73.</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 8</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
9	<p>Лекція 9. Вентильний генератор з напівпровідниковим випрямлячем мостового типу. Схема, конструкція, принцип дії, область застосування, недоліки та переваги. Часові діаграми випрямленої напруги. Рівняння вихідної напруги. Ступінь використання вентильного генератора. Вираз для аналізу ступеня використання ВГ. Робочі процеси при застосуванні напівпровідникового комутатора. Активна та реактивна потужність ВГ.</p> <p>літературні джерела [1], с.344-350.</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 9</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
10	<p>Лекція 10. Крокові двигуни. Конструкція, принцип дії, основні параметри та характеристики крокового двигуна. Пуск крокового двигуна. Явище резонансу.</p> <p>літературні джерела: [1], с.28-44; [4] с. 66-73</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 10</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
11	<p>Лекція 11. Особливості характеристик та показники крокових двигунів. Зовнішня характеристика, регульовальна характеристика, коефіцієнти використання та основні параметри крокового двигуна. Область застосування крокового двигуна. Електричні та механічні характеристики КД.</p> <p>літературні джерела: [1], с.45-54; [4] с. 76-83;</p> <p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 11</p> <p>https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
12	<p>Лекція 12. Асинхронні та каскадні безконтактні електричні машини. Асинхронні двигуни із короткозамкненим ротором. Асинхронні двигуни із рідкометалічним робочим тілом. Лінійні асинхронні двигуни. Асинхронні двигуни із масивним ротором. Асинхронні генератори.</p> <p>літературні джерела: [1], с.55-64; [4] с. 86-93.</p>

	<p>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 12 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
13	<p>Лекція 13. Частотно-регульовані асинхронні двигуни. Закони регулювання при частотному управлінні. літературні джерела: [1], с.65-74; [4] с. 94-98. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 13 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
14	<p>Лекція 14. Особливості теорії асинхронних двигунів при частотному регулюванні. Схема включення перетворювача, часові діаграми напруги та струму при керуванні, принцип дії. Особливості роботи асинхронних двигунів при частотному керуванні. літературні джерела: [1], с.75-87; [4] с. 101-108. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 14 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
15	<p>Лекція 15. Будова частотно-регульованих двигунів. Особливості конструкції частотно-керованих асинхронних двигунів. Збільшення втрат в частотно-керованому асинхронному двигуні. Теорія асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором при векторному керуванні. Векторні діаграми. Узагальнена електрична машина. Рівняння узагальненої електричної машини при векторному керуванні. літературні джерела: [2], с.83-87; [3] с. 131-138 дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 15 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
16	<p>Лекція 16. Основи векторного керування асинхронних двигунів. Особливості конструкції частотно-керованих асинхронних двигунів. Збільшення втрат в частотно-керованому асинхронному двигуні. Теорія асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором при векторному керуванні. Векторні діаграми. Узагальнена електрична машина. Рівняння узагальненої електричної машини при векторному керуванні. літературні джерела: [2], с.101-187; [3] с. 139-148. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 16 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
17	<p>Лекція 17. Безконтактні електромагнітні та магнітні муфти. Електромагнітні муфти ковзання. Синхронні муфти. Синхронно-асинхронні та магнітогістерезисні муфти. літературні джерела: [1], с.216-232; [3] с. 731-738. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 17 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
18	<p>Лекція 18. Безконтактні електричні машини нетрадиційних типів. Індуктивні параметричні двигуни та генератори. Ємнісні перетворювачі. Надпровідникові параметричні генератори. Перетворювачі енергії на ударних хвилях. БЕМ із пружним кріпленням рухомого елемента. літературні джерела: [1], с.236-252; [3] с. 740-748. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» лекція 18 https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p>Заняття 1. Регулятори швидкості та моменту безконтактних електричних машин. Системи управління двигунами та генераторами на постійних магнітах на основі широтно-імпульсної модуляції.</p> <p>літературні джерела [1], с.244-253; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
2	<p>Заняття 2. Засоби для вимірювання швидкості обертання безконтактних електродвигунів. Цифрові та аналогові стробоскопи, тахометри та давачі швидкості. Підсилювачі сигналів (підсилювачі) для дослідження процесів в малопотужних БЕМ.</p> <p>літературні джерела [6], с.11-22; [10], с.11-15; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
3	<p>Заняття 3. Регулятори потужності, напруги та струму для систем керування БЕМ. Схеми регуляторів на логічних елементах, мікроконтролерах, мікропроцесорах та напівпровідникових елементах (смісторах, транзисторах, тиристорах). Модульна контрольна робота (частина 1).</p> <p>літературні джерела [4], с. 181-182; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
4	<p>Заняття 4. Регульовані блоки живлення для дослідження характеристик та параметрів БЕМ. Схемні виконання найпростіших блоків живлення зі стабілізацією та без стабілізації вихідних параметрів.</p> <p>літературні джерела [4], с. 191-192; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
5	<p>Заняття 5. Системи контролю та вимірювання БЕМ. Системи температурного контролю БЕМ (термореле, термодатчики і т.ін.). Вимірювальні прилади в системах БЕМ. Цифрові стробоскопи для високошвидкісних систем на базі БЕМ.</p> <p>літературні джерела [3], с. 811-812. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
6	<p>Заняття 6. Перетворювачі напруги для регульованих безконтактних електрогенераторів та електродвигунів. Вентильні двигуни та генератори. Регулювання напруги та частоти обертання вентильних машин. Принципові електричні схеми.</p> <p>літературні джерела [3], с. 813-814; дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
7	<p>Заняття 7. Розрахунок параметрів схеми заміщення безконтактних машин. Будова частотно-регульованих двигунів. Практичне застосування. Робочі характеристики. Поліпшення регульованих властивостей безконтактних електричних машин. Розв'язання задач.</p> <p>літературні джерела [3], с.742-745. дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4431</p>
8	<p>Заняття 8. Регулювання частоти обертання асинхронних частотно-регульованих двигунів. Контрольна робота (частина 1). Модульна контрольна робота (частина 2).</p> <p>літературні джерела: [3], с.746-750.</p>

	<i>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини»; індивідуальні завдання на МКР ч.ІІ</i> https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4431
9	<i>Залік.</i> <i>дистанційний курс «Безконтактні регульовані електричні машини» індивідуальні завдання до заліку</i> https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=4431

6. Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	12
2	<i>Розв'язок завдань</i>	18
3	<i>Підготовка до МКР</i>	16
4	<i>Підготовка до ДКР</i>	12
5	<i>Підготовка до заліку</i>	8

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.*
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних 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 олімпіадах з дисципліни «Безконтактні регульовані електричні машини», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання практичних завдань.*
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання практичних завдань передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту результатів МКР не передбачено;*
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Безконтактні регульовані 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.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

PCO розроблена згідно з «Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (затверджено та уведено в дію наказом № 1/273 від 14.09.2020 р.)

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

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

Семестровий контроль: залік

PCO передбачає оцінювання результатів навчання здобувача вищої освіти впродовж семестру – проходження або виконання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю.

Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за роботу на практичних та лекційних заняттях, модульний контроль, семестровий рейтинг менше 40 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 двох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	Розв'язання практичних завдань	МКР	Rc	Rзал	R
12	8	40	40	100	60	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх лекціях – 4 бали * 3 = 12 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 4;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал — 4. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 4 бали*2 = 8 балів.

Критерії оцінювання:

- 4 бали — повна обґрунтована відповідь,
- 2...3 бали — недостатньо обґрунтована відповідь,
- 1 бал — немає або невірна відповідь.

Розв'язання практичних завдань

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів за всі практичні завдання дорівнює: 8 балів*5=40 балів.

Критерії оцінювання:

- 8 балів – завдання зроблено повністю та коректно виконано;
- 5-7 балів – хід виконання завдання правильний, наявність помилок, результати відрізняються від правильних;

- 1-3 бали – завдання виконано із значною кількістю помилок.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал — 20. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 20 балів*2 = 40 балів. Критерії оцінювання:

- 40 балів - повна обґрунтована відповідь,
- 34 ... 37 балів - недостатньо обґрунтована відповідь,
- 25...20 бали - наявність 1- 2 помилок,
- 10-19 балів - необґрунтована відповідь з помилками.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів, які студент може отримати протягом семестру складає:

$$RC = 8+12+ 40 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи (ЗКР) або співбесіди.

У разі проведення ЗКР (співбесіди), результуюча сума балів по дисципліні визначається як сума балів безпосередньо за результатами ЗКР (співбесіди) та балів за виконання ДКР. У цьому випадку розмір шкали оцінювання безпосередньо ЗКР (співбесіди) зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання ДКР і складає у даному випадку 100 - 40 = 60 балів. Таким чином при проведенні ЗКР студент максимально може отримати також 100 балів (60 балів ЗКР і 40 балів за ДКР).

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи (співбесіди). Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Критерії оцінювання ЗКР

- повні і правильні відповіді на усі поставлені запитання R3 = 55 – 60 балів;
- відповіді з певними несуттєвими похибками R3 = 45 - 54 бали (в залежності від кількості похибок);
- відповідь без суттєвих помилок, але не з повним обсягом потрібної інформації R3 = 30 -44 бали;
- неповна відповідь з певними помилками R3 = 20-29 балів;
- неповна відповідь зі значною кількістю помилок, але які не є принциповими R3 = 8-19 балів;
- повністю неправильна відповідь або відсутність відповіді – 0 балів.

Таблиця відповідності сумарних рейтингових балів оцінкам за наступною шкалою:

Сумарна кількість балів R_p	Оцінка	Результат
95-100	Відмінно	зараховано
85-94	Дуже добре	
75-84	Добре	
65-74	Задовільно	
60-64	Достатньо	
Менше 60	Незадовільно	Не зараховано
Менше 30	Не допущено	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Проблема створення БРЕМ
2. Переваги застосування ЕД та ЕГ класичної конструкції (із ковзним контактом)
3. Проблеми застосування рухомого контакту
4. Недоліки ЕД та ЕГ із ковзним контактом
5. Области застосування БРЕМ в силовому устаткуванні та системах автоматики
6. Класифікація БРЕМ і їх фізична структура
7. Синхронні БРЕМ
8. Асинхронні БРЕМ
9. БРЕМ постійного струму
10. Особливості вагогабаритних показників БЕМ
11. Фізичне обґрунтування регульовальних властивостей колекторних двигунів постійного струму
12. Поліпшення регульовальних властивостей двигунів змінного струму
13. Конструкція синхронних машин з постійними магнітами на роторі
14. СМПМ із зіркоподібним ротором
15. СМПМ із пазуроподібним ротором
16. СМПМ із призматичними магнітами
17. Особливості синхронних БЕМ з ПМ та область їх застосування
18. Способи стабілізації напруги генератора із ПМ
19. Область застосування БЕМ із ПМ
20. БЕМ з обмотками збудження. Безконтактні СМ із обертовим випрямлячем
21. Синхронні збуджувачі
22. Застосування БЕМ із ОЗ
23. Безконтактні СМ із пазуроподібними полюсами
24. БСМ із внутрішньо замкненим потоком
25. Конструкція БЕМ із внутрішньо замкненим потоком та одностороннім розташуванням ОЗ
26. Конструкція машини із двохстороннім збудженням (сексин)
27. Торцеві БЕМ
28. Індукторні БЕМ
29. Однойменнополюсні ІМ із пульсуючим полем
30. Різнойменнополюсні ІМ із пульсуючим полем
31. ІМ зі змінним полем
32. Порівняння різних типів ІМ та область застосування
33. Область застосування ІМ
34. Синхронні генератори з комбінованим збудженням
35. Різновиди вентильних електричних машин
36. Вентильні машини постійного струму із замкнутою багатосекційною обмоткою
37. Вентильний генератор із напівпровідниковим випрямлячем, що має нульовий вивід
38. Вентильний генератор з напівпровідниковим випрямлячем мостового типу
39. Ступінь використання ВГ
40. Особливості характеристик та показників ВГ
41. Особливості конструктивного виконання і області застосування вентильних генераторів
42. Принцип дії вентильного двигуна, виконаного на базі синхронної машини
43. Робочі процеси і основні характеристики ВД
44. Область застосування ВД
45. Типи давачів, які використовуються у вентильних електричних машинах

46. Крокові двигуни
47. Двигуни зі змінним магнітним опором
48. Двигуни з постійними магнітами
49. Гібридні крокові двигуни
50. Способи управління кроковим двигуном
51. Пуск крокового двигуна. Явище резонансу
52. Резонанс КД
53. Область застосування КД
54. Асинхронні та каскадні БЕМ
55. ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНІ АСИНХРОННІ ДВИГУНИ
56. Системи управління перетворювачем частоти
57. Особливості теорії асинхронних двигунів при частотному регулюванні
58. Будова частотно-регульованих двигунів
59. Основи векторного керування асинхронних двигунів
60. Безконтактні електромагнітні та магнітні муфти
61. Електромагнітні муфти ковзання
62. Синхронні муфти
63. Синхронно-асинхронні та магнітогістерезисні муфти.
64. Безконтактні електричні машини нетрадиційних типів
65. Безконтактні параметричні генератори, що використовують енергію ударних хвиль та явище надпровідності
66. Надпровідникові генератори
67. Ємнісні параметричні генератори
68. БЕМ із пружним кріпленням рухомого елемента

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 доцентом кафедри електромеханіки ФЕА, к.т.н. Коваленком М.А.

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

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.