



Основи автоматизованого проектування електричних машин. Частина 2

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 (ELECTRIC MACHINES AND APPARATUS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль / контрольні заходи	<i>Екзамен/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Цивінський Сергій Станіславович, 0984424965 Практичні: к.т.н., доц. Цивінський Сергій Станіславович, 0984424965</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Основи автоматизованого проектування електричних машин» 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 формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та електромеханіки при проектуванні електромеханічних перетворювачів енергії (ЕМПЕ); одержання теоретичних і практичних знань процесів електромеханічного перетворення енергії в електричних машинах, які є основними джерелами та споживачами електричної енергії в сучасному енергетичному процесі; оцінювання параметрів та вплив їх на експлуатаційні властивості електричних машин; проектування електричних машин загального призначення; розрахунків вентиляційних, теплових та механічних процесів.

Предмет навчальної дисципліни – конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електричних машинах; типові математичні методи дослідження електричних машин; основні характеристики електричних машин.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (ЗК1-10) Здатність застосовувати знання на практиці; Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; 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: про основні закони електротехніки та електромеханіки, щодо основ проектування та послідовності проектування електричних машин загального призначення; про фізичні явища та процеси в електричних машинах, їх принципи роботи та конструктивні особливості; про розробку фізичних та математичних моделей електричних машин, математичні методи розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин та трансформаторів; про методи і основні правила експлуатації електричних машин та трансформаторів.

Уміння: проводити розрахунки електричних машин загального призначення різних типів, використовувати основні закони електротехніки та електромеханіки при поясненні принципів функціонування електромеханічних перетворювачів енергії; використовувати математичні методи при розрахунку параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин та трансформаторів; вибору електричних машин та трансформаторів для конкретних умов їх експлуатації; виконувати типові розрахунки параметрів, характеристик та режимів роботи електричних машин і трансформаторів, аналізу та опису сталих та перехідних процесів в системах та мережах, в яких застосовуються електричні машини та трансформатори.

Досвід: аудиторної та самостійної роботи при засвоєнні нового матеріалу; використання набутих знань при розв'язанні задач типового характеру; самостійного виконання курсового проекту "Трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором загального призначення".

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», «Теоретичні основи електротехніки» та «Електричні машини». Дисципліна «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2», використовуючи відомі закони електротехніки, подає теорію проектування

електричних машин. При вивченні конструкції та режимів роботи електричних машин та трансформаторів потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, прикладної механіки, електроніки, основам метрології та електричним вимірюванням. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електричних машин та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін “Електричні мікромашини”, “Спеціальні електричні машини”, “Монтаж та налагодка електромеханічних пристроїв”, “Випробування, експлуатація та ремонт електромеханічних пристроїв”, а також при виконанні бакалаврських і магістерських атестаційних робіт.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 4 розділи, а саме:

1. **Електромагнітний розрахунок**, до якого ввійшли питання класифікації електричних машин, конструкції всипних та жорстких обмоток, конструкції стрижневих обмоток та короткозамкнених обмоток, основи теорії обмоток, вибір основних розмірів електричних машин, загальний підхід до проектування обмоток, розрахунок магнітного кола електричних машин, втрати в магнітному колі, додаткові втрати в сталі: поверхневі, пульсаційні, активний опір обмоток, параметри обмоток електричних машин, активний опір обмоток якоря, індуктивні опори взаємоіндукції та паз розсіювання якірних обмоток, розрахунок диференційної та лобової провідностей, параметри у відносних одиницях, зв'язок з електромагнітними навантаженнями, параметри короткозамкнених обмоток, розрахунок робочих та пускових характеристик
2. **Вентиляційний розрахунок**, до якого ввійшли питання про загальні відомості та основні положення вентиляційних розрахунків, характеристика типів вентиляторів, їх статична характеристика, методика вентиляційного розрахунку
3. **Тепловий розрахунок**, до якого ввійшли питання загальні відомості теплових розрахунків, нагрівання однорідного тіла, визначення коефіцієнтів теплопередачі з поверхні, теплова схема заміщення, використання теплових схем заміщення, місцеві перегреви в електричних машинах
4. **Механічні розрахунки**, до якого ввійшли питання про загальні відомості механічних розрахунків, розрахунки міцності від статичних зусиль, механічний розрахунок вала та полюсів, розрахунки міцності від дії відцентрових сил та сил у несталих режимах

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Проектування електричних машин: Навч. посібник / Ципленков Д.В., Куваєв Ю.В., Іванов О.Б., Бобров О.В. (за ред. проф. Шкрабця Ф.П.) – Дніпро: НТУ “ДП”, 2018. – 390 с.
2. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненою обмоткою ротора [Текст] : навч. посібник [для студ. електротехн. спеціальностей] / В. І. Міліх. – Харків : НТУ «ХПІ», 2009. – 99 с.
3. Основи автоматизованого проектування електричних машин“. Конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050702 “Електромеханіка“. Електронне навчальне видання Київ: НТУУ “КПІ”. 24.05.2012 протокол №9, – надан гриф «Рекомендовано Методичною радою НТУУ «КПІ». 175 стор.
4. Основи автоматизованого проектування електричних машин. Частина 2. Практичні заняття [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньою програмою «Електричні машини і апарати» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М.О. Реуцький,

С.С. Цивінський. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,96 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 - 77 с.

5. Дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2 КП»
<https://do.ipk.kpi.ua>

Додаткові:

1. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: підручник. – Х. Тім Пабліш Груп, 2012. – 740 с.
2. Красніков В.М., Сулейманов В.М., Давидов О.М. Електричні машини. Електромеханічні перетворювачі енергії. – Київ, Норіта-плюс, 2007.
3. *Electrical Machine Design*, V S Nagarajan, V Rajini, Pearson, 15 May 2018, 648 pages
4. Постников И.М. Проектирование электрических машин.-Київ: Гостехиздат УССР, 1960.-910с.

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.	<i>Вступ до дисципліни «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2», Стандартизація в електромашинобудуванні, Терміни та визначення, Основні закони та вирази, Класифікація обертових електричних машин. літературні джерела [1]с.6-8, [3]с.8-13 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 1 https://do.ipk.kpi.ua</i>
2.	<i>Короткий огляд матеріалів, що застосовують в електричних машинах, Магнітні матеріали, Провідникові матеріали, Ізоляційні матеріали, Ізоляція листів магнітопроводу, Ізоляція обмотувальних проводів, Ізоляція окремих частин, Конструкційні матеріали, Послідовність розрахунків при проектуванні ЕМ, Вихідні дані для проектування, Вибір основних розмірів, Проектування обмотки і зубцевої зони, Розрахунок магнітного кола, Розрахунок робочих параметрів, Розрахунок втрат, Розрахунок робочих характеристик, Розрахунок перехідних режимів, Тепловий і вентиляційний розрахунки, Механічні розрахунки, Економічний розрахунок, Графічна документація. літературні джерела [1]с.24-31, с.55-63, [3]с.19-32 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 1 https://do.ipk.kpi.ua</i>
3.	<i>Проектування якорних обмоток, Мета проектування якорних обмоток, Конструктивні форми виконання обмоток якорів, Всипні обмотки, Жорсткі обмотки, Стрижневі обмотки, Короткозамкнені обмотки, Висновки та рекомендації. літературні джерела [1]с.152-159, [3]с.33-45 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 1 https://do.ipk.kpi.ua</i>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
4.	<p>Розрахунок електрорушійних сил якірних обмоток при проектуванні, Коротка характеристика особливостей основних типів якірних обмоток електричної машини, Якірні обмотки машин постійного струму, Хвильові обмотки, Петльові обмотки, Жаб'ячі обмотки, Якірні (статорні) обмотки машин змінного струму, Одношарові обмотки, Двошарова обмотка.</p> <p>літературні джерела [1]с.163-188, [3]с.46-59 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 4 https://do.ipokpi.ua</p>
5.	<p>Проектування якірних обмоток, Визначення кількості зубців, Уточнене значення зубцевого кроку, Число провідників обмотки у пазу, Кількість витків обмотки якоря, Уточнене значення лінійного навантаження, Обмотковий коефіцієнт, Уточнення величини потоку на пару полюсів, Уточнена величина індукції в повітряному проміжку, Ефективний переріз провідника обмотки, Вибір кількості елементарних провідників, Розрахунок розмірів зубцевої зони робочої обмотки, Розміри пазів, Вибір розмірів провідників та перевірка їх розміщення в пазах.</p> <p>літературні джерела [1]с.259, [3]с.65-78 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 5 https://do.ipokpi.ua</p>
6.	<p>Розрахунок магнітного кола, Мета і загальний підхід до розрахунку магнітного кола, Розрахунок магніторушійної сили повітряного проміжку, Розрахунок магніторушійної сили зубців, Розрахунок MPC слабо насичених зубців, Розрахунок MPC зубців з паралельними сторонами, Розрахунок MPC трапецеїдальних зубців, Розрахунок MPC зубців зі складною формою перетину, Розрахунок MPC сильно насичених зубців.</p> <p>літературні джерела [1]с.218, [3]с.82-93 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 6 https://do.ipokpi.ua</p>
7.	<p>Розрахунок магніторушійних сил ярем, MPC ярем, прилеглих до явновиражених полюсів, MPC ярем, прилеглих до неявновиражених полюсів, Розрахунок магніторушійних сил явновиражених полюсів, Сумарна MPC машини на пару полюсів. крива намагнічування.</p> <p>літературні джерела [3]с.98-103 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 7 https://do.ipokpi.ua</p>
8.	<p>Параметри якірних обмоток, Загальні відомості, Активний опір якірних обмоток.</p> <p>літературні джерела [1]с.39, с.280, [3]с.107-114 й курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 8 https://do.ipokpi.ua</p>
9.	<p>Індуктивний опір взаємоіндукції, Індуктивний опір розсіювання, Індуктивний опір пазового розсіювання, Вплив ефекту витиснення на індуктивний опір пазу від потоку розсіювання, Магнітна провідність по коронкам зубців, Індуктивний опір диференціального розсіювання, Індуктивний опір лобового розсіювання, Індуктивний опір від потоків розсіювання, Узагальнений аналіз параметрів електричних машин, Параметри к.з. обмоток.</p> <p>літературні джерела [1]с.39, с.280, [3]с.115-128 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 9 https://do.ipokpi.ua</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
10.	<p>Розрахунок втрат, Втрати в сталі, Основні втрати в сталі, Втрати на гістерезис, Втрати на вихрові струми, Розрахунок основних втрат в сталі, Додаткові втрати в сталі магнітопроводу, Поверхневі втрати, Пульсаційні втрати, Додаткові втрати від полів розсіювання та інших явищ.</p> <p>літературні джерела [1] с.43, с.234, с.289 [3] с.132-142</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 10 https://do.ipk.kpi.ua</p>
11.	<p>Втрати в обмотках, Втрати механічні та вентиляційні, Коефіцієнт корисної дії.</p> <p>літературні джерела [1] с.43, с.234, с.289, [3] с.143</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 11 https://do.ipk.kpi.ua</p>
12.	<p>Вентиляційні розрахунки, Загальні відомості, Зв'язок системи вентиляції і конструкції електричних машин, Основні співвідношення.</p> <p>літературні джерела [1] с.49, с.243, с.304, [3] с.145-157</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 12 https://do.ipk.kpi.ua</p>
13.	<p>Аеродинамічні опори, Вентиляційна схема заміщення, Типи вентиляторів. Статична характеристика, Розрахунок відцентрового вентилятора.</p> <p>літературні джерела [1] с.49, с.243, с.304, [3] с.160-170</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 13 https://do.ipk.kpi.ua</p>
14.	<p>Тепловий розрахунок, Загальні відомості, Способи теплопередачі, Визначення коефіцієнта теплопередачі з поверхні, Визначення коефіцієнта α за допомогою безрозмірних чисел подібності, Коефіцієнти тепловіддачі з поверхні існуючих електричних машин, Нагрівання однорідного тіла.</p> <p>літературні джерела [1] с.45, с.243, с.304, [3] с.174-184</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 14 https://do.ipk.kpi.ua</p>
15.	<p>Теплова схема заміщення, Приклад складання теплової схеми заміщення, Застосування методу вузлових потенціалів для розрахунку теплових схем заміщення, Уточнена теплова схема заміщення, Спрошені оцінки нагрівання електричних машин, Перепад температури в ізоляції обмотки якоря, Перевищення температури зовнішньої поверхні, Перевищення температури лобових частин, Перевищення температури обмоток, Місцеві перегріву, Спрошений розрахунок несталої режиму нагрівання.</p> <p>літературні джерела [1] с.45, с.243, с.304, [3] с.187-207</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 15 https://do.ipk.kpi.ua</p>
16.	<p>Механічні розрахунки, Загальні відомості, Короткий огляд конструкцій і характеру механічних впливів, Конструкція статорів машин змінного струму, Статори з зовнішнім діаметром магнітопроводу менше одного метра, Статори з зовнішнім діаметром якоря більше одного метра, Конструкція статорів машин постійного струму, Станина, Полюси, Розрахунок механічних напружень, які виникають при виготовленні машин, Розрахунок натискних шайб, пальців і шпонок, Розрахунок діаметру і кількості шпильок, Розрахунок кріплення головних полюсів машин постійного струму, Кріплення лобових частин обмоток статора.</p> <p>літературні джерела [3] с.209-222</p> <p>дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 16 https://do.ipk.kpi.ua</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
17.	Розрахунок валу, Загальні відомості, Розрахунок валу на жорсткість (прогін), Критична частота обертання, Розрахунок валу на міцність. літературні джерела [3]с.225-231 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 17 https://do.ipr.kpi.ua
18.	Перевірка міцності зубців ротора, Розрахунок клинів пазів ротора, Розрахунок напруг в магнітопроводі ротора, Перевірка міцності шпонок на роторі, Розрахунок бандажів роторів, Розрахунок бандажів з дроту, Розрахунок бандажів з склострічки. літературні джерела [3]с.233-237 дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» лекція 18 https://do.ipr.kpi.ua

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Розв'язання задач з проектування всипних та жорстких обмоток. Специфікація паза. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
2.	Розв'язання задач з проектування стрижневих та к.з. обмоток. Основні співвідношення у теорії обмоток. Основні розміри обертових електричних машин та їх визначення. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
3.	Розв'язання задач по визначенню МРС магнітного кола. Розрахунок втрат у сталі. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
4.	Розв'язання задач по визначенню по розрахунку активного опору якірних обмоток. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
5.	Розв'язання задач по визначенню індуктивних опорів обмоток. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
6.	Розрахунки робочих та пускових характеристик асинхронних двигунів. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
7.	Розв'язання фрагментарних задач з вентиляції, послідовність складання та отримання швидкості повітря над охолоджуючими поверхнями. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
8.	Способи теплопередачі. Розв'язання фрагментарних задач по знаходженню перевищень температур, послідовність складання теплової схеми заміщення. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua
9.	Перевірка міцності натискної шайби, пальців, кріплення полюсів та бандажних кілець, послідовність розрахунку валу. дистанційний курс «Основи автоматизованого проектування електричних машин-2» https://do.ipr.kpi.ua

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до аудиторних занять	20
2.	Розв'язок задач	30
3.	Підготовка до МКР	20
4.	Підготовка до екзамену	26

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, участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.
- 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;
- 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, 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	МКР	Rc	Рекз	R
5	25	30	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –
1 бали * 5 = 5 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –
5 бали * 5 = 25 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 5;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 3;

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з трьох частин:

Ваговий бал кожної частини МКР – 10.

Максимальний бал за МКР – 10*3=30.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання – 10 балів;
- часткове розв'язання, наявність незначних помилок – 5 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 $R_c \geq 0,6 * R$, 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 $R_z = 33 - 40$ 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 $R_3 = 16 - 24$ 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.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Класифікація обертових електричних машин.
2. Послідовність розрахунків при проектуванні електричних машин.
3. Всипні обмотки.
4. Жорсткі обмотки.
5. Стрижневі обмотки.
6. Короткозамкнені обмотки.
7. ЕРС провідника, витка, котушки, групи катушок, фази. Обмоткові коефіцієнти.
8. Розрізні та нерозрізні обмотки. Види та особливості обмоток машини постійного струму.
9. Одношарові обмотки ЕМПЕ змінного струму.
10. Двошарові обмотки ЕМПЕ змінного струму.
11. Обмотки підвищеної технологічності.
12. Послідовність визначення кількості зубців та послідовних витків у фазі або у паралельній вітці.
13. Уточнення індукції у повітряному проміжку, вибір перерізу витка обмотки.
14. Послідовність розрахунків розміру пазів якоря.
15. Перевірка розміщення провідників у пазу. Специфікація.
16. Загальний підхід до розрахунку магнітного кола ЕМПЕ.
17. Розрахунок МРС повітряного проміжку.
18. Розрахунок МРС ненасичених зубців.
19. Розрахунок МРС насичених зубців.
20. Розрахунок МРС ярма магнітного кола.
21. Розрахунок МРС полюсів.
22. Крива намагнічування ЕМПЕ.
23. Складові основних втрат у стані магнітного кола. Фактори, які впливають на їх величину.
24. Загальний вираз для втрат у сталі електричних машин.
25. Поверхневі втрати в сталі.
26. Пульсаційні втрати в сталі.
27. Загальні відомості щодо параметрів електричних машин.
28. Активний опір якорних обмоток електричних машин. Вплив ефекту витиснення.
29. Індуктивний опір взаємоіндукції. Вивести формулу для розрахунку.
30. Вивід виразу щодо пазової провідності та опору.
31. Вплив на опір пазового розсіювання двошарової обмотки.
32. Вплив ефекту витиснення на індуктивний опір пазового розсіювання.
33. Магнітна провідність по коронкам зубців.
34. Опір диференціального розсіювання.
35. Опір лобового розсіювання.
36. Загальний вираз індуктивного опору розсіювання.
37. Залежність параметрів ЕМПЕ від електромеханічних навантажень

38. Вплив ефекту витиснення на пускові характеристики асинхронних двигунів з к.з. ротором.
39. Вплив ефекту насичення на пускові характеристики асинхронних двигунів з к.з. ротором.
40. Послідовність розрахунків пускових характеристик асинхронних двигунів з к.з. ротором.
41. Мета вентиляційного розрахунку. Класифікація вентильних систем.
42. Зв'язок системи вентиляції з конструкціями електричних машин.
43. Спосіб позначення охолодження вентиляцією. Позначення
44. Основні формули: для розходу повітря, зв'язок H з V та Z ; Z_i .
45. Аеродинамічні опори.
46. Аеродинамічні коефіцієнти.
47. Еквівалент Z при складанні послідовних та аеродинамічних опорів.
48. Типи вентиляторів. Статична характеристика.
49. Послідовність вентиляційного розрахунку.
50. Розрахунок відцентрового вентилятора.
51. Режим роботи, способи теплопередачі від електричних машин.
52. Послідовність знаходження величини коефіцієнта теплопередачі з поверхні за допомогою безрозмірних чисел.
53. Способи знаходження коефіцієнтів теплопередачі з поверхні на основі практичних відомостей.
54. Нагрівання однорідного тіла.
55. Теплові опори.
56. Складання теплової схеми заміщення (послідовність)
57. Теплова схема заміщення АД з к.з. ротором з висотою обертання $h=160$ мм.
58. Подати основну схему заміщення АД з к.з. ротором.
59. Перепад температури у ізоляції обмотки якоря.
60. Місцеві перегріву.
61. Підхід до розрахунків перехідних теплових процесів
62. Загальні відомості щодо механічних розрахунків.
63. Конструкція статорів машин змінного струму з зовнішнім діаметром менше одного метра.
64. Конструкція статорів машин змінного струму з зовнішнім діаметром більше одного метра.
65. Конструкція статорів машин постійного струму .
66. Конструкція роторів машин постійного струму .
67. Послідовність розрахунку головних полюсів машин постійного струму.
68. Розрахунок дугової шпонки та стяжних шпильок.
69. Розрахунок бандажних кілець обмотки статора.
70. Розрахунок клинів пазів ротора.
71. Зусилля діючі на ОЗ явнополюсної синхронної машини.
72. Розрахунок бандажів обмоток роторів із скло стрічки.
73. Розрахунок вала на жорсткість (почин).
74. Розрахунок вала на критичну швидкість обертання.
75. Розрахунок вала на міцність.

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., Цивінським С.С.

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

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