Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра електромеханіки
ФЕА

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*G-Інженерія, виробництво та будівництво*
Спеціальність	*G3-Електрична інженерія*
Освітня програма	*ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ELECTROTECHNICAL DEVICES AND ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEXES)*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*Очна(денна)/дистанційна/змішана*
Рік підготовки, семестр	*II курс, весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*150 години / 5 кредитів ECTS*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Екзамен/МКР*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=a85999b3-d50c-41f1-be38-6616d9c511ca*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *ст. викладач Дубчак Євген Михайлович, 0992231107* Лабораторні: *ст. викладач Дубчак Євген Михайлович, 0992231107*
Розміщення курсу	https://do.ipo.kpi.ua/course/view.php?id=565

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «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 формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:*

Загальні компетентності: (К01-К10): Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; здатність спілкуватися іноземною мовою; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність працювати в команді; здатність працювати автономно; здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні; здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові компетентності: (К11-К13, К15, К17-К19, К21, К26)

К11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР)
К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
К13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг
К15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу К16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії
К17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
К18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища
К19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування
К21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах
К26. Здатність застосовувати електричні апарати для управління пуском, регулювання частоти обертання і здійснення електричного гальмування електродвигунів, регулювання струмів і напруг генераторів.
***Предмет навчальної дисципліни** – конструкція, принципи роботи, фізичні явища та процеси в електричних машинах та трансформаторах; типові методи дослідження електричних машин та трансформаторів; основні характеристики електричних машин та трансформаторів.*
Програмні результати навчання:
ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.
ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.
ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.
ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.
ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

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», та «Теоретичні основи електротехніки». Дисципліна "Електричні машини", використовуючи відомі закони електротехніки, подає теорію електричних машин і трансформаторів. При вивченні конструкції та режимів роботи електричних машин та трансформаторів потрібні також знання з інженерної графіки, електротехнічних матеріалів, технічної механіки, електроніки, основам метрології та електричних вимірювань. Значну увагу приділено аналізу сфери застосування електричних машин та їх впливу на розвиток різноманітних галузей промисловості; передує вивченню дисциплін "Електропривод", " Електрична частина станцій та підстанцій", "Електричні системи та мережі", "Релейний захист та автоматизація енергосистем", "Техніка високих напруг" .

3. Зміст навчальної дисципліни

*Дисципліну структурно розподілено на **6 розділів**, а саме:*

1. ***Вступ до дисципліни „Електричні машини"**, до якого ввійшли питання історії та сучасних наукових тенденцій розвитку електромеханіки, ролі сучасного інженера та науковця в розвитку науки, взаємозв'язку законів природи та суспільства, ролі та значенні електричних машин у сучасній електротехніці, прискоренні науково-технічного прогресу, класифікації електричних машин, номінальних даних електричних машин, матеріалів, які використовують в електромашинобудуванні.*
2. ***Трансформатори**, до якого ввійшли питання про призначення та класифікацію трансформаторів, основи теорії роботи трансформатора при холостому ході, короткому замиканні та під навантаженням, паралельну роботу трансформаторів, аварійні та несиметричні режими роботи трансформаторів.*
3. ***Загальні питання теорії машин змінного струму**, до якого ввійшли питання про електромеханічне перетворення енергії в електричних машинах змінного струму, про обмотки ЕМ змінного струму та їх ЕРС, про МРС та магнітні поля обмоток змінного струму.*
4. ***Асинхронні машини**, до якого ввійшли питання про конструкцію, принцип дії АМ та основи теорії АМ, обертові електромагнітні моменти та механічні характеристики АМ, про основні робочі та пускові властивості АМ, режими роботи АМ, способи регулювання частоти обертання, про однофазні асинхронні двигуни.*
5. ***Синхронні машини**, до якого ввійшли питання про конструкцію, принцип дії та основи теорії СМ, роботу трифазних СГ при симетричному навантаженні автономно та паралельно з мережею, потужність та електромагнітний момент СМ, синхронні двигуни та компенсатори.*
6. ***Машини постійного струму**, до якого ввійшли питання про конструкцію, принцип дії машин постійного струму, роботу МПС при навантаженні, теорію двигунів постійного струму.*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Красніков В.М., Сулейманов В.М., Давидов О.М. Електричні машини. Електромеханічні перетворювачі енергії.–Київ, Норіта-плюс, 2007.*
2. *Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: Навч. Посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с. ISBN 978-966-612-090-1.*
3. *Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини. Трансформатори. Асинхронні машини». К.: НТУУ«КПІ», 2015. – 60 с.*

4. *Електричні машини і трансформатори /підручник за заг. Ред. В. І. Мілих. – Х.: ХПІ, 2017. – 452 с.*
5. *Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.*

Додаткові:

1. *Вольдек А.И. Электрические машины. М.-Л.: Энергия, 1978. - 832 с.*
2. *Радин В.Й., Брускин Д.З., Зорохович А.Е. Электрические машины. Асинхронные машины. М.: Высшая школа. 1988. - 328 с.*
3. *Хвостов В.С. Электрические машины. Машины постоянного тока. М.: Высшая школа, 1988. - 336 с.*
4. *Копылов И.П. Электрические машины. М.: Энергоатоиздат, 1986. - 360 с.*
5. *Читечян В.Й. Электрические машины. Сборник задач. М.: Высшая школа, 1988. - 231 с.*
6. *Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини. Трансформатори. Асинхронні машини». К.: НТУУ«КПІ», 2015. – 60 с.*
7. *Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електричні машини.. Синхронні машини и машини постійного струму». К.: НТУУ«КПІ», 2015. - 66 с.*
8. *Петров Г.Н. Электрические машины. М.: Энергия, ч.I, 1974. – 240 с.; ч.2, 1963. – 416с.; ч.3, 1968. – 223 с.*
9. *Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Л.: Энергия, ч.I, 1972. – 543 с.; ч.2, 1965. – 704 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компоненту)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	*Вступ до дисципліни «Електричні машини». Значення дисципліни "Електричні машини" у підготовці інженерів-електромеханіків. Взаємозв'язок законів природи та суспільства. Роль та значення електричних машин у сучасній електротехніці, прискоренні науково-технічного прогресу. Перспективи розвитку електромашинобудування. Класифікація електричних машин. Номінальні дані електричних машин. Матеріали, які використовують в електромашинобудуванні.* *літературні джерела [2] с. 5-7;* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 1*
2	*Призначення та класифікація трансформаторів. Основні варіанти конструкції сучасних силових трансформаторів. Конструкція магнітопроводів і обмоток трансформаторів. Схеми та групи з'єднання обмоток. Способи та конструкція систем охолодження трансформаторів.* *літературні джерела [2], гл. 2, с. 240-260; дистанційний курс «Електричні машини» лекція 2*
3,4	*Основи теорії трансформатора. Принцип дії та електричні співвідношення в ідеальному трансформаторі. Рівняння електрорушійних сил. Рівняння намагнічуючих сил. Енергетичні співвідношення в реальному та приведеному трансформаторі. Намагнічування магнітопроводів трансформатора. Рівняння напруг трансформатора. Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної. Система відносних одиниць. Схема заміщення трансформатора і її електромагнітні параметри.* *літературні джерела [2], Гл.12, с.241-245; [2], Гл.13, с.261-268; [2], Гл.14, с.269-277.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 3,4*
5-8	*Робота трансформатора під навантаженням. Розрахункове визначення параметрів схеми заміщення трансформатора. Урахування втрат в сталі. Режими холостого ходу*

	та короткого замикання. Векторні та енергетичні діаграми трансформатора. Втрати і ККД трансформатора. Змінення напруги трансформатора при навантаженні. Зовнішня характеристика. Паралельна робота трансформаторів. Регулювання напруги трансформатора. *літературні джерела [2], Гл.14, с.286-291, [2], Гл.14, с.291-297; [1], Гл.15, с.301-307; [2], Гл.15, с.310-316;* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 5-8*
9	*Електромеханічне перетворення енергії в ЕМ змінного струму. Загальні принципи роботи та класифікація електричних машин. Основні види електричних машин змінного струму. Обертове електромагнітне поле. Умови електромеханічного перетворення енергії в електричних машинах.* *літературні джерела [8] с. 25-32;* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 9*
10, 11	*Обмотки електричних машин змінного струму та їх ЕРС. ЕРС провідника, витка, котушки та т-фазної обмотки. ЕРС обмотки від вищих гармонік магнітного поля. Способи поліпшення форми кривої ЕРС. Обмотки змінного струму. Одношарові обмотки. Петльові та хвильові двошарові обмотки з цілим числом пазів на полюс та фазу Гармоніки зубцевого порядку та скос пазів.* *літературні джерела [2], Гл.20, с.385-402; [2], Гл.21, с.402-429.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 10,11*
12, 13	*Магніторушійні сили (МРС) та магнітні поля обмоток змінного струму. МРС одно- та т-фазної обмотки змінного струму. Графічний метод визначення МРС трифазної обмотки. Магнітні поля обмоток змінного струму. Головні індуктивні опори обмоток. Індуктивні опори розсіювання обмоток.* *літературні джерела [2], Гл.22, с.430-446; [2] Гл.23, с.452-468* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 12,13*
14-16	*Конструкція та основи теорії асинхронної машини. Основні види конструкції асинхронної машини. Принцип дії АМ. АМ при нерухомому роторі. Зведення робочого процесу АМ з рухомим ротором до робочого процесу при нерухомому роторі. Рівняння МРС та рівняння напруг АМ. Схеми заміщення АМ. Енергетичні діаграми. Енергетичні співвідношення АМ.* *літературні джерела [2], Гл.19, с. 357-359; Гл.24, с484-488; [2], Гл.24, с.488-499; [2], Гл.24, с.500-509;* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 14-16*
17-19	*Обертові електромагнітні моменти та механічні характеристики АМ. Електромагнітний момент АМ. Максимальний та пусковий моменти асинхронного двигуна. Механічні характеристики АМ. Робочі характеристики асинхронного двигуна (АД). Процес пуску асинхронного двигуна та умови його стійкої роботи. Покращення пускових характеристик АД. Асинхронні двигуни з глибокими пазами ротора та з подвійною клітковою ротора. Пуск та регулювання частоти обертання АД з короткозамкненим та фазним ротором. Робота трифазних асинхронних двигунів при неномінальних умовах. Генераторний режим роботи АМ* *літературні джерела: [2] Гл.25, с.509-518; [2], Гл.25, с.518-524; Гл.27, с.551-563; [2], Гл.28, с.563-583; Гл.29, с.594-602* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 17-19*
20	*Однофазний асинхронний двигун. Основи теорії та характеристики однофазних асинхронних двигунів. Способи пуску однофазних асинхронних двигунів.* *літературні джерела: [1], Гл.30, с.602-611;* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 20*
21, 22	*Конструкція та основи теорії синхронної машини. Конструкція та принцип дії СМ. Явно полюсні та неявно полюсні конструкції СМ. Конструкція гідрогенераторів та турбогенераторів. Синхронні двигуни. Особливості конструкції. Способи пуску*

	синхронних двигунів. Магнітне поле та параметри обмотки збудження СМ. *літературні джерела: [2], Гл.32, с.619-651; Гл.37, с.739-747; [2], Гл.32, с.619-627.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 21,22*
23	*Робота трифазних СГ при симетричному навантаженні. Магнітне поле обмотки якоря СМ. Явище реакції якоря СМ. Фактори, що впливають на характер реакції якоря. ЕРС повздовжньої та поперечної реакції якоря. Індуктивні опори реакції якоря. Робочі характеристики синхронних генераторів при різному характері навантаження* *літературні джерела: [2], Гл.32, с.627-651.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 23*
24	*Паралельна робота синхронних машин з мережею. Потужність та електромагнітний момент СМ. Потужність, електромагнітний момент та статичне перевантаження СМ. Кутові характеристики активної потужності СМ. Регулювання реактивної потужності СМ. V-подібні характеристики СМ. Синхронний компенсатор. Вентильні джерела реактивної потужності* *літературні джерела: [2], Гл.35, с.710-723.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 24*
25	*Конструкція та принцип дії машини постійного струму. Призначення, конструкція та області застосування МПС. Конструкція колектору. ЕРС обмотки якоря та електромагнітний момент машин постійного струму.* *літературні джерела: [2], Гл.1, с.33-39; Гл.4, с.90-93* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 25*
26	*Робота МПС при навантаженні. Реакція якоря МПС та її вплив на магнітний потік машини. Компенсаційна обмотка. Комутація МПС. Природа щіткового контакту та причини іскріння. Способи поліпшення комутації.* *літературні джерела: [1], Гл.5, с.99-110; Гл.6, с.110-141..* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 26*
27	*Двигуни постійного струму. Генератори та двигуни постійного струму. Схеми збудження. Пуск двигунів постійного струму. Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму. Способи регулювання швидкості двигунів з паралельним, послідовним та змішаним збудженням.* *літературні джерела: [2], Гл.10, с.198-221.* *дистанційний курс «Електричні машини» лекція 27*

Лабораторні роботи

№ з/п	*Короткий зміст лабораторної роботи*
1	*ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИФАЗНОГО ДВОХОБМОТКОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА (Лабораторна робота №1)* ***Мета роботи** – ознайомитися з конструкцією трансформатора, визначити параметри і характеристики силового трансформатора за даними досліджень неробочого ходу (НХ) і короткого замикання (КЗ).* ***Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:*** *Зняти і побудувати характеристики НХ. Визначити: струм НХ у відсотках від номінального струму і параметри. Знайти коефіцієнт трансформації. Визначити кількість витків первинної і вторинної обмоток трансформатора.* *Зняти і побудувати характеристики КЗ. За даними досліду визначити параметри, напругу КЗ і її складові.* *Визначити індукцію в стержні і ярмі. Користуючись значенням втрат НХ (при номінальній напрузі), розрахувати питомі втрати в сталі трансформатора.* *Розрахувати і побудувати залежність ККД від коефіцієнта навантаження для двох значень коефіцієнта потужності.*

	За параметрами КЗ визначити зміни вторинної напруги при різних значеннях коефіцієнта навантаження. Побудувати зовнішні характеристики *Література: [2], с.9-16* *дистанційний курс «Електричні машини» лабораторні роботи*
2	*ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ ДВОХОБМОТКОВИХ ТРИФАЗНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ (Лабораторна робота №2)* ***Мета роботи** – вивчити поняття групи з'єднання обмоток трансформатора /методику експериментального визначення групи/; правила вмикання і роботи при паралельному з'єднанні трансформаторів.* ***Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:*** *Визначити групу з'єднання обмоток трансформатора при з'єднанні вторинної обмотки в «зірку» і «трикутник».* *Зміною схеми з'єднання, маркування початків і кінців та перестановкою маркувань затискачів вторинної обмотки по колу одержати групи 8; 6; 2; 5; 11. Побудувати векторні діаграми лінійних ЕРС для вказаних груп з'єднання обмоток.* *Зібрати схему трансформаторів і перевірити дотримання умов вмикання у паралельну роботу двох трансформаторів.* *Зняти і побудувати зовнішні характеристики кожного трансформатора та трансформаторів, що працюють* *Література: [2], с.16-23* *дистанційний курс «Електричні машини» лабораторні роботи*
3	*ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ФАЗНИМ РОТОРОМ (Лабораторна робота №3)* ***Мета роботи** – провести дослідження ,одержати параметри і характеристики асинхронного двигуна з фазним ротором.* ***Програма проведення досліджень:*** *Зняти характеристики неробочого ходу (НХ).* *Зняти характеристики короткого замикання (КЗ).* *Зняти робочі характеристики.* *Література: [2], с.29-40* *дистанційний курс «Електричні машини» лабораторні роботи*
	ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОЇ МАШИНИ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ У РЕЖИМАХ ДВИГУНА ТА ГЕНЕРАТОРА (Лабораторна робота №4) ***Мета роботи** – провести дослідження, одержати параметри і характеристики асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.* ***Програма проведення досліджень:*** *Зняти характеристику НХ у режимі двигуна.* *Зняти робочі характеристики асинхронної машини для режимів двигуна і генератора.* *Література: [2], с.41-47* *дистанційний курс «Електричні машини» лабораторні роботи*
5	*ВИПРОБУВАННЯ ТРИФАЗНОГО СИНХРОННОГО ДВИГУНА(Лабораторна робота №5)* ***Мета роботи** – дослідити і вивчити основні властивості синхронного двигуна, зокрема метод асинхронного пуску, робочі характеристики, а також методи регулювання реактивної потужності.* ***Програма проведення досліджень:*** *Провести асинхронний пуск синхронного двигуна.* *Зняти і побудувати U-подібні характеристики синхронного двигуна.* *Зняти і побудувати робочі характеристики синхронного двигуна*
6	*ВИПРОБУВАННЯ ТРИФАЗНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В АВТОНОМНОМУ РЕЖИМІ РОБОТИ(Лабораторна робота №6)* ***Мета роботи** – експериментально визначити основні експлуатаційні*

	характеристики синхронного генератора, що працює в автономному режимі; вивчити вплив реакції якоря і характеру навантаження; ознайомитися з основними методами регулювання синхронного генератора в автономному режимі роботи. ***Програма проведення досліджень:*** *Зняти і побудувати зовнішні, регулювальні, навантажувальні характеристики СГ, характеристики неробочого ходу та короткого замикання*
7	*ВИПРОБУВАННЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА, ЩО ПРАЦЮЄ ПАРАЛЕЛЬНО З МЕРЕЖЕЮ(Лабораторна робота №7)* ***Мета роботи*** *– провести синхронізацію СГ з мережею, зняти робочі характеристики СГ при регулювання активної та реактивної потужності.* ***Програма проведення досліджень:*** *- ознайомитися з особливостями роботи синхронного генератора в комплексі з енергетичною системою (паралельно з мережею), вивчити можливості управління роботою генератора в такому режимі (в т.ч. його вмикання, навантаження, розвантаження і відключення), а також регулювання реактивної потужності.*
8	*ВИПРОБУВАННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПАРАЛЕЛЬНОГО ТА ЗМІШАНОГО ЗБУДЖЕННЯ(Лабораторна робота №8)* ***Мета роботи*** *– провести пуск ДПС, дослідити робочі властивості двигуна постійного струму з паралельним і із змішаним збудженням.* ***Програма проведення досліджень:*** *Зняти і побудувати характеристику неробочого ходу ДПС* *Зняти і побудувати робочі характеристики двигуна постійного струму* *Зняти і побудувати регулювальну характеристику двигуна постійного струму з паралельним збудженням*

6. Самостійна робота студента

№ з/п	*Вид самостійної роботи*	*Кількість годин СРС*
1	*Підготовка до аудиторних занять*	*10*
2	*Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях*	*20*
3	*Підготовка до МКР*	*12*
5	*Підготовка до екзамену*	*30*

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. Відпрацювання лабораторних робіт з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на*

першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.

- *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 «Електричні машини», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасний захист лабораторних робіт.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та 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 «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 (РСО)

***Поточний контроль**: експрес-опитування, МКР, відпрацювання та захист лабораторних робіт*

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

***Семестровий контроль**: екзамен*

***Умови допуску до семестрового контролю**: мінімально позитивна оцінка за МКР, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 30 балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- *відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;*
- *виконання та захист восьми лабораторних робіт;*
- *виконання чотирьох контрольних робіт у рамках модульної контрольної роботи (МКР).*

Експрес-опитування	Лаб. роботи	МКР	Rс	Rекз	R
4	32	24	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,15.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –
*0,15 бали * 27 = 4 бали.*

Критерії оцінювання

- *правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,15;*

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 4.
Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 × 8 = 32 балів.

Критерії оцінювання

- *повне виконання експериментальної частини роботи, точна обробка експериментальних даних, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 4 балів;*
- *обробка експериментальних даних з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу – 2 … 3 балів;*
- *суттєві помилки в експериментальних даних але повне розуміння теми і матеріалу лабораторної роботи – 1 … 2 балів;*
- *неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 0 балів;*

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з чотирьох частин: "Трансформатори", "Асинхронні машини", „ Синхронні машини ” та „ Машини постійного струму ” відповідно.
Ваговий бал кожної частини МКР – 6.
*Максимальний бал за МКР – 6*4=24.*

Критерії оцінювання

- *правильна відповідь – 6 балів;*
- *частково правильна відповідь, наявність незначних помилок – 1-5 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 Rc ≥ 0,6*R, тобто 60 балів – зараховується автоматично.*
*Рейтинг Rc в межах (0,4 – 0,59)*R, тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.*
Максимальний рейтинг екзамену Rз = 40 балів.
Рейтинг екзамену Rз = 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 Rз = 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 Rз = 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 Rз ≤ 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. *Призначення та класифікація трансформаторів.*
2. *Основні варіанти конструкції сучасних силових трансформаторів. Конструкція магнітопроводів і обмоток трансформаторів.*
3. *Схеми та групи з'єднання обмоток трансформаторів.*
4. *Принцип дії та електричні співвідношення в ідеальному трансформаторі.*
5. *Рівняння електрорушійних сил трансформатора.*
6. *Рівняння намагнічуючих сил.*
7. *Приведений трансформатор.*
8. *Схема заміщення трансформатора.*
9. *Намагнічуючий струм трансформатора.*
10. *Струм холостого ходу трансформатора.*
11. *Втрати холостого ходу трансформатора.*
12. *Холостий хід трансформатора.*
13. *Дослід холостого ходу трансформатора.*
14. *Режим і дослід короткого замикання реального трансформатора.*
15. *Робота трансформатора під навантаженням.*
16. *Зміна вторинної напруги трансформатора при навантаженні.*
17. *Зовнішня характеристика трансформатора.*
18. *Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора.*
19. *Паралельна робота трансформаторів. Умови включення на паралельну роботу.*
20. *Пояснити, що відбувається при порушенні умов включення трансформаторів на паралельну роботу.*
21. *Обмотки електричних машин змінного струму.*
22. *МРС обмоток змінного струму.*
23. *Обертове магнітне поле.*
24. *Пульсуюче магнітне поле.*
25. *Еліптичне магнітне поле.*
26. *Конструкція асинхронних машин.*
27. *Принцип роботи АМ.*
28. *Ковзання.*
29. *Робота АМ при загальмованому роторі.*
30. *Робота АМ при обертанні ротора.*
31. *Векторна діаграма і схема заміщення АД.*
32. *ККД АД.*
33. *Втрати і ККД АД.*
34. *Електромагнітний момент АМ.*
35. *Максимальний та пусковий моменти асинхронного двигуна.*
36. *Механічна характеристика АМ.*
37. *Робочі характеристики АД.*
38. *Пуск АД з короткозамкненим ротором.*
39. *Пуск АД з фазним ротором.*
40. *Однофазні АД.*
41. *Генераторний режим роботи АМ*
42. *Конструкція та принцип дії СМ.*
43. *Явнополюсні та неявнополюсні конструкції СМ.*
44. *Конструкція гідрогенераторів та турбогенераторів.*
45. *Принцип дії СД.*
46. *Принцип дії СГ.*
47. *Явище реакції якоря СМ.*

48. *Фактори, що впливають на характер реакції якоря.*
49. *Реакція якоря в явнополюсних СМ.*
50. *Реакція якоря в неявнополюсних СМ.*
51. *Характеристики синхронних генераторів*
52. *Векторні діаграми СГ прибудь-якому характері навантаження*
53. *Потужність, електромагнітний момент СМ.*
54. *Статична та динамічна стійкість СМ*
55. *Паралельна робота СГ з мережею*
56. *Синхронний двигун, способи пуску, робочі властивості*
57. *Синхронний компенсатор, батареї статичних конденсаторів, вентильні джерела реактивної потужності*
58. *Призначення, конструкція та області застосування МПС.*
59. *Конструкція та призначення колектору.*
60. *Схеми збудження ДПС.*
61. *Робочі характеристики ДПС*
62. *Способи регулювання частоти обертання та механічні характеристики ДПС*
63. *Особливості пуску ДПС.*

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 старшим викладачем кафедри електромеханіки ФЕА Дубчаком Є.М.

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 14 від 25.05.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 6 від 27.06.2025)

[1] Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.