



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ-2

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	«Електричні системи і мережі»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS / 120 годин: лекції – 36 годин; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 48 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / РГР, МКР
Розклад занять	Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: .д.т.н. Щерба Максим Анатолійович, e-mail: m.shcherba@gmail.com , telegram: @m_shcherba Практичні: Лабораторні:
Розміщення курсу	Матеріали до курсу розміщені на сайті https://toe.fea.kpi.ua в розділі Навчання

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» присвячена електричним і магнітним явищам, які виникають при генерації, передачі та споживанні електроенергії, і є базою для спеціальних електротехнічних дисциплін. Кредитний модуль «Теоретичні основи електротехніки-2» є логічним продовженням кредитного модуля «Теоретичні основи електротехніки-1», який присвячено аналізу процесів у трифазних колах періодичного синусоїдного і несинусоїдного струму, перехідним процесам у лінійних електричних колах постійного та синусоїдного струму, а також основам теорії чотириполюсників.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та відповідний математичний апарат для вирішення професійних завдань в області електричної інженерії, зокрема вивчення ustalених режимів роботи трифазних кіл періодичного змінного струму з використанням основ теорії чотириполюсника та перехідних процесів у лінійних електричних колах.

Завданнями вивчення дисципліни є:

- отримати наукові знання з теорії електричних кіл і методів їх аналізу;
- навчитись застосовувати отримані знання при вивченні спеціальних дисциплін та в подальшій практичній діяльності;
- набути вміння користуватися електротехнічною термінологією, символікою і набути навички використовувати електровимірні прилади.

Предметом дисципліни є основні поняття і закони теорії електромагнітних кіл, математичні методи аналізу усталених та перехідних режимів лінійних електричних кіл постійного та періодичного змінного струмів, включаючи трифазні електричні кола та основи теорії чотириполюсників.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- основні закони та методи аналізу лінійних електричних кіл;
- методи розрахунку усталеного синусоїдного та несинусоїдного режиму роботи трифазного кола при різних видах навантаження;
- методи розрахунку перехідних режимів в колі постійного та синусоїдного струмів;
- основи теорії чотириполюсника.

Вміти:

- читати електротехнічну літературу зі знанням символіки, розумінням термінології та ін., використовувати паспортні дані для визначення номінальних режимів роботи обладнання;
- розуміти сутність фізичних процесів в електромагнітних колах;
- оцінювати роль електроенергії в житті сучасного суспільства та оцінювати успіхи розвитку вітчизняної та зарубіжної електроенергетики;
- користуватися сучасними методами розрахунку усталених режимів і перехідних процесів в лінійних електричних колах;
- орієнтуватися в основних властивостях, схемах функціонування, можливості та призначення розглянутих найпростіших пристроїв;
- застосовувати знання техніки безпеки при експлуатації найпростішого електротехнічного обладнання;
- вибирати електротехнічні пристрої для вирішення конкретних технічних завдань при дослідженні, проектуванні і експлуатації відповідного обладнання, приводити в дію найпростіші пристрої, керуючись інструкціями і правилами;
- дослідним шляхом визначати параметри схем заміщення та режими роботи електричних кіл.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою: Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки-2» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Для вивчення дисципліни необхідно засвоєння дисципліни ТОЕ-1, а також перерахованих нижче розділів з курсів вищої математики і фізики.

Вища математика:

- лінійна алгебра: матриці і дії з ними, рішення алгебраїчних рівнянь та їх систем, лінійні залежності і перетворення, комплексні числа і дії з ними;
- математичний аналіз: функція, наближені обчислення, межа і безперервність, розкриття невизначеностей;
- диференціальне й інтегральне числення: диференціювання та інтегрування, рішення однорідних і неоднорідних диференціальних рівнянь, рівняння в частинних похідних і їх рішення, чисельні методи рішення систем рівнянь, ряди Фур'є;
- операційне числення: пряме і зворотне перетворення Лапласа, теорема розкладання;

Загальна фізика:

- термінологія і фізичний зміст електротехнічних величин (струм, напруга, ЕРС, потенціал і т. д.), одиниці вимірювання електричних величин, скалярні і векторні величини;
- закони електромагнітної індукції, Кулона, Біо-Савара-Лапласа; механічні прояви електричного і магнітного полів, взаємодія провідників зі струмами в магнітному полі, закон Джоуля-Ленца, баланс потужностей, принципи безперервності струму і магнітного потоку, закони Ома і Кірхгофа, закон повного струму;
- обчислення еквівалентних опорів при послідовно-паралельному з'єднанні резисторів; термоелектричні явища, принцип дії електронних і напівпровідникових приладів.

Дисципліна ТОЕ є основною для дисциплін з циклу основної підготовки: «Електричні машини», «Електричні мережі і системи», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електропривод», «Релейний захист та автоматизація енергосистем», «Техніка високих напруг», «Регулювання режимів електричних систем», «Надійність електроенергетичних систем», «Проектування електричних мереж».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 3. Лінійні електричні кола періодичного змінного струму.

Тема 3.1. Трифазні електричні кола та їх розрахунки.

Тема 3.2. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму.

Тема 3.3. Основи теорії чотиріполюсників.

РОЗДІЛ 4. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах.

Тема 4.1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.

Тема 4.2. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.

Тема 4.3. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Теоретичні основи електротехніки: Конспект лекцій з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», част. 2 / Уклад. Кудря Є. А., Спінул Л. Ю., Щерба М. А.: К.: НТУУ "КПІ" 2013. 176 с.
2. Щерба А. А., Грудська В. П., Спінул Л. Ю. Розрахунок трифазних кіл. Навчально-методичний посібник. К.: НТУУ "КПІ" 2005. 94 с.
3. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. 272 с.
4. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. 224 с.
5. Nilsson J.W. & Riedel S.A. Electric circuits. Tenth edition. Pearson Education Limited. 2020.
<https://ktuee.files.wordpress.com/2019/11/electric-circuits-by-james-w.-nilsson-susan-riedel-10th-edition.pdf>

Методичні вказівки до практичних занять:

6. Теоретичні основи електротехніки: Перехідні процеси в електричних колах: Методичні вказівки до практичних занять для студентів напрямків підготовки. Електротехніка та електротехнології, електромеханіка / Уклад.: А. А. Щерба, В. І. Чибеліс, Ю. В. Перетятко, О. О. Фаріна. К.: НТУУ «КПІ»: 2011. 81с.
7. «Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач: навчальний посібник» / укл. О. В. Корощенко, В. Ф. Денник, О. А. Журавель та ін.; за заг. ред. О.В. Корощенко. Донецьк, ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. 673 с.

Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт:

8. Симетричні складові та вищі гармоніки у трифазних колах: Метод. вказівки до виконання розрахункових робіт з курсу "Теоретична електротехніка" для студ. напрямів підготовки "Електротехніка", "Електромеханіка". / Уклад.: А. А. Щерба І., А. Курило, І. Н. Намацалюк. К.: НТУУ "КПІ", 2007. 76 с.
9. Розрахунок перехідних процесів у складних електричних колах. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» для студ. усіх форм навч. / Уклад.: А. А. Щерба, В. І. Чибеліс, Л. Д.Третьякова та ін. К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2005.

Методичні вказівки до лабораторного практикуму:

10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теоретичних основ електротехніки: цикл 3./ Укл. А.А. Щерба, В.С. Бойко, В.І. Чибеліс та інші. К., НТУУ "КПІ", 2014. 32 с.
11. Курило І. А., Грудська В. П., Спінул Л. Ю., Щерба М. А. Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах із зосередженими та розподіленими параметрами К.: НТУУ "КПІ", 2013. 289 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 3. ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПЕРІОДИЧНОГО ЗМІННОГО СТРУМУ	
Тема 3.1. Трифазні електричні кола та їх розрахунки.	
1.	Основні визначення і класифікація багатофазних систем. Основні визначення багатофазних систем. Часові і векторні діаграми ЕРС трифазного генератора. Види з'єднань 3-фазного електричного кола.
2.	Розрахунок симетричного трифазного кола. Розрахункова схема на фазу симетричного 3-фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола. Приклад розрахунку. Суміщена векторна діаграма напруг та струмів симетричного 3-фазного кола.
3.	Розрахунок несиметричних трифазних кіл із статичним навантаженням. Розрахунок несиметричного трифазного кола при відомій системі фазних ЕРС генератора, при відомій системі лінійних напруг генератора. Приклади розрахунків , векторні діаграми напруг і струмів.
4.	Потужності трифазного кола. Вимірювання активної потужності. Комплексна потужність 3-фазного генератора при відомій системі фазних чи лінійних напруг. Вимірювання активної потужності 3-фазного кола одним, двома чи трьома ватметрами. Вимірювання реактивної потужності симетричного трифазного кола одним чи двома ватметрами.
5.	Метод симетричних складових. Симетричні складові 3-фазної системи. Властивості трифазного кола по відношенню до симетричних складових. Опори симетричного 3-фазного кола для прямої, зворотної і нульової послідовностей; розрахункові схеми. Розрахунок симетричного споживача при несиметричній системі вхідних напруг. Розрахунок 3-фазного кола з поперечною та повздовжньою несиметрією.

Тема 3.2. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму.	
6.	Визначення миттєвих та діючих значень струмів в лінійному колі з несинусоїдною ЕРС. Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є. Розрахунок миттєвих струмів. Визначення діючих значень струмів та напруг.
7.	Потужності кола несинусоїдного струму та коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги). Активна, реактивна та повна потужності несинусоїдного струму. Потужність спотворення. Коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми (напруги). Вплив параметрів кола на форму кривих струмів при несинусоїдних напругах. Умови виникнення резонансу та його особливості в колах з несинусоїдними ЕРС.
8.	Вищі гармоніки у трифазному колі. Системи прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в несинусоїдних фазних та лінійних напругах і струмах симетричного трифазного кола при з'єднанні в зірку чи трикутник. Співвідношення між фазними і лінійними напругами і струмами.
Тема 3.3. Основи теорії чотиріполюсників.	
9.	Класифікація чотиріполюсників. Основні форми рівнянь. Класифікація 4-полюсників. Рівняння 4-полюсника у формах $[Y], [Z], [A], [B]$. Визначення Y і Z - параметрів. Співвідношення між коефіцієнтами рівнянь. Умова симетрії 4-полюсника. T - і P - схеми заміщення пасивного 4-полюсника. Співвідношення між A - параметрами і опорами елементів схем заміщення. Визначення A - параметрів 4-полюсника із режимів неробочого ходу і к.з. 4-полюсника.
10.	Вторинні параметри чотиріполюсника. Характеристичні опори 4-полюсника. Коефіцієнт поширення 4-по-люсника: визначення коефіцієнта поширення через вхідні і вихідні напруги і струми та через A - параметри. Коефіцієнт поширення симетричного 4-полюсника. Визначення A - параметрів 4-полюсника через вторинні параметри. Каскадне з'єднання 4-полюсників, ланцюгова схема.
Розділ 4. РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
Тема 4.1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.	
11.	Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола. Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації. Початкові умови. Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола. Послідовність розрахунку перехідного процесу електричного кола класичним методом.
12.	Перехідні процеси в колі з одним накопичувачем енергії. Перехідні процеси в колі R, L : характеристика вільного режиму, вмикання кола на постійну та синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола R, L .
13.	Перехідні процеси в колі з одним накопичувачем енергії. Перехідні процеси в колі R, C : характеристика вільного режиму, вмикання кола з незарядженим конденсатором на постійну та синусоїдну ЕРС. Коротке замикання кола R, C .
14.	Розряд конденсатора на коло R, L. Аперіодичний розряд конденсатора: рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Коливальний розряд конденсатора: умови виникнення коливального розряду, рівняння для струму та напруг на елементах кола, часові графіки струму та напруг. Вмикання кола R, L, C на джерело постійної ЕРС.

Тема 4.2. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.	
15.	Пряме перетворення Лапласа та його основні властивості. Операторне зображення функції, її похідної та інтегралу; зображення напруги на індуктивності та ємності при відомому зображенні струму. Закон Ома та закони Кірхгофа в операторній формі. Операторні схеми.
16.	Розрахунок перехідного процесу в електричному колі операторним методом. Перехід від зображень струмів до оригіналів. Формула розкладання. Порядок розрахунку перехідного процесу операторним методом.
Тема 4.3. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми.	
17.	Перехідні і імпульсні характеристики електричного кола. Одинична та імпульсна одинична функція. Перехідна характеристика елемента кола, перехідна провідність, імпульсна характеристика кола з послідовним з'єднанням R , L та R , C .
18.	Розрахунок перехідного процесу в пасивному двополюснику при вхідній напрузі будь-якої форми. Ввімкнення пасивного двополюсника на неперервно змінну вхідну напругу. Використання інтеграла Дюамеля при дії на коло ЕРС, яка має розриви неперервності.

Практичні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Короткий зміст практичного заняття</i>
Розділ 3 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПЕРІОДИЧНОГО ЗМІННОГО СТРУМУ	
Тема 3.1. Трифазні електричні кола та їх розрахунки.	
1.	Розрахунок трифазного симетричного кола. Розрахункова схема на фазу симетричного 3-фазного кола. Визначення струмів і напруг в розрахунковій схемі та у всіх фазах кола. Суміщена векторна діаграма напруг і струмів симетричного трифазного кола.
2.	Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів зіркою чи трикутником. Розрахунок несиметричного трифазного кола при з'єднанні споживачів зіркою: а) з нейтральним проводом; б) без нейтрального проводу. Використання методу еквівалентних перетворень для спрощення 3-фазного кола. Розрахунок спрощеного кола та знаходження струмів і напруг у вихідній схемі. Складання балансу потужностей 3-фазного кола, побудова суміщених векторних діаграм.
3.	Використання методу симетричних складових для розрахунку несиметричного трифазного кола з динамічним навантаженням. Визначення симетричних складових несиметричної системи напруг. Побудова розрахункових схем для симетричних складових. Складання основних рівнянь по розрахунковим схемам та додаткових рівнянь за умовою несиметрії. Визначення струмів і напруг симетричних складових та розрахунок результируючих струмів і напруг.
Тема 3.2. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму.	
4.	Розрахунок лінійного електричного кола з несинусоїдною ЕРС. Розкладання періодичної несинусоїдної ЕРС в тригонометричний ряд Фур'є. Розрахунок миттєвих струмів та визначення діючих значень струмів і напруг. Визначення потужностей кола несинусоїдного струму та складання балансу потужностей.

	Особливості протікання струмів прямої, зворотної та нульової послідовностей фаз в симетричному трифазному колі при з'єднанні в зірку чи трикутник. Розрахунок миттєвих значень струмів і напруг. Визначення діючих значень фазних і лінійних струмів і напруг симетричного трифазного кола.
Тема 3.3. Основи теорії чотиріполюсників.	
5.	Визначення коефіцієнтів рівнянь 4-полюсника різних форм запису. Визначення $\underline{Y}$- та $\underline{Z}$- параметрів 4-полюсника; визначення $\underline{A}$- параметрів із режимів неробочого ходу та короткого замикання. Вторинні параметри чотиріполюсника. МКР ч-1: Розрахунок трифазного кола синусоїдного та періодичного несинусоїдного струму.
Розділ 4 РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
Тема 4.1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів.	
6.	Розрахунок перехідного процесу у колі з одним накопичувачем енергії при дії постійних та синусоїдних джерел енергії. Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Розрахунок початкових умов для струмів і напруг. Знаходження розв'язків для вільних складових струмів і напруг та загальних розв'язків. Побудова часових графіків перехідних струмів та напруг.
7.	Розрахунок перехідного процесу у колі з двома накопичувачами енергії при дії постійних синусоїдних джерел енергії. Розрахунок усталених режимів до та після комутації. Складання характеристичного рівняння кола та визначення його коренів. Особливості розрахунку початкових умов для струмів і напруг при двох накопичувачах енергії. Знаходження розв'язків для вільних складових при дійсних та комплексно-спряжених коренях. Особливості визначення сталих інтегрування. Запис загальних розв'язків для перехідних струмів та напруг.
Тема 4.2. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.	
8.	Операторний метод розрахунку перехідного процесу в електричному колі з двома накопичувачами енергії. Розрахунок усталеного режиму до комутації та визначення незалежних початкових умов. Побудова операторної розрахункової схеми. Складання рівнянь для зображень струмів (напруг) та знаходження зображень шуканих величин. Знаходження оригіналів струмів (напруг).
Тема 4.3. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми.	
9.	Використання інтеграла Дюамеля при розрахунку перехідного процесу. Визначення перехідних провідностей, та перехідних характеристик елементів кола. Вибір необхідної форми інтегралу Дюамеля та її використання для розрахунку перехідного струму чи напруги при дії на коло ЕРС довільної форми. МКР ч-2: Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі.

Лабораторні роботи

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
Розділ 3 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА ПЕРІОДИЧНОГО ЗМІННОГО СТРУМУ	
1	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача зіркою з нейтральним проводом.
2	Дослідження трифазного електричного кола при з'єднанні джерела і споживача зіркою без нейтрального проводу.
3	Дослідження резистивного трифазного електричного кола при з'єднанні споживача трикутником.
4	Дослідження резистивно-реактивного трифазного електричного кола при з'єднанні споживача трикутником.
5	Захист робіт.
6	Дослідження пасивного чотиріполюсника змінного струму.
Розділ 4 РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
7	Дослідження перехідного процесу у R , C та R , L колі.
8	Дослідження аперіодичного і коливального перехідного процесу у колі R , L , C .
9	Захист робіт.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи
1	Підготовка до аудиторних занять
2	Проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях
3	Виконання самостійних робіт
4	Виконання розрахунково-графічної роботи
5	Підготовка до МКР
6	Підготовка до екзамену

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;
- **правила поведінки на заняттях:** студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних, практичних 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 вказівкою викладача;
- **правила захисту лабораторних робіт:** лабораторна робота захищається індивідуально і за умови дотримання календарного плану виконання;
- **правила захисту індивідуальних завдань:** захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і за умови дотримання календарного плану виконання;
- **правила призначення заохочувальних балів:** заохочувальні не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь в

університетських та Всеукраїнській олімпіадах з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», участь у наукових конференціях;

- **політика дедлайнів та перескладань:** несвоєчасне виконання РГР, несвоєчасний захист лабораторних робіт, несвоєчасне написання МКР (крім пропусків через хворобу при наданні довідки від лікаря) передбачають множення максимального балу за певний вид активності на коефіцієнт 0,75. Мінімальний бал не змінюється. Допускається одне перескладання кожної МКР за бажанням студента у встановлені строки. Перескладання захисту лабораторних робіт та РГР 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;
- **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: МКР, РГР, відповіді на заняттях, лабораторні роботи.

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

Умови успішного проходження календарного контролю: повне виконання навчального плану дисципліни на дату контролю, що передбачає виконання і захист лабораторних робіт і РГР.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: повне виконання навчального плану дисципліни, що передбачає виконання і захист всіх лабораторних робіт і РГР.

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

- виконання МКР у двох частин;
- виконання та захист РГР у двох частинах;
- відповідей на заняттях;
- виконання та захист 7 лабораторних робіт.

№з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кільк.	Всього
1.	МКР (ч.1, ч.2)	5	2	10
2.	РГР (ч.1, ч.2)	8	2	16
3.	Відповіді на заняттях	3	2	6
4.	Лабораторні роботи	4	7	28
5.	Екзамен	40	1	40
	РАЗОМ			100

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 4 (2 бали – оформлені результати у вигляді протоколу, 2 бали – захист роботи).

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 4 бали * 7 = 28 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи (за умови їх повного виконання та захисту) –
4 бали * 9 * 60% = 16,8 балів.

Критерії оцінювання:

Оформлені результати у вигляді протоколу:

- відмінна підготовка до лабораторної роботи (наявність протоколу, знання мети роботи, знання основних теоретичних положень, які перевіряються), активна участь у виконанні досліджень, правильна та охайна обробка результатів дослідів – (0,9..1) * 2 бали;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, незначні помилки при обробці результатів дослідів – (0,89..0,75) * 2 бали;
- задовільна підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів – (0,74..0,6) * 2 бали;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, невірна обробка більшості результатів – 0 балів.

Захист роботи:

- повні відповіді на контрольні питання за темою роботи – (0,9..1) * 2 бали;
- неповні відповіді на контрольні питання – (0,89..0,75) * 2 бали;
- часткові відповіді на контрольні питання або відсутність відповідей на окремі питання, за умови розуміння загальної мети роботи та основних етапів проведення дослідження – (0,74..0,6) * 2 бали;
- невірні відповіді на більшість контрольних питань за темою роботи – 0 балів.

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

РГР складається з двох частин : «Лінійні електричні кола періодичного змінного струму»,

«Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах».

Максимальна кількість балів за виконання кожної частини РГР – 8 балів (4 бали – оформлені розрахунки, 4 бали – захист роботи), мінімальна – 8 балів * 60% = 4,8 балів.

Критерії оцінювання:

Оформлені результати роботи:

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, правильна побудова вказаних в умові діаграм – (0,9..1) * 4 балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, перевірка отриманих результатів, несуттєві помилки у розрахунках та побудові діаграм – (0,89..0,75) * 4 балів;
- правильні етапи виконання, суттєві помилки при розв'язку та побудові діаграм, відсутність перевірки отриманих результатів – (0,74..0,6) * 4 балів;
- виконання роботи з принциповими помилками або відсутність значної її частини, відсутність вказаних в умові діаграм – 0 балів.

Захист роботи:

- повні відповіді на питання стосовно етапів виконання роботи – (0,9..1) * 4 балів;
- неповні відповіді на питання стосовно етапів виконання роботи – (0,89..0,75) * 4 балів;
- відсутність відповідей на окремі питання стосовно етапів виконання роботи, за умови розуміння загальної її мети та основних етапів виконання – (0,74..0,6) * 4 балів;

- відсутність відповідей на більшість питань стосовно етапів виконання роботи, не розуміння її загальної мети – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох частин:

- «Лінійні електричні кола періодичного змінного струму»,
- «Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах».

Завдання кожної контрольної роботи складається з однієї задачі.

Ваговий бал кожної частини МКР – 5 балів.

Максимальний бал за МКР – $2 * 5 = 10$ балів, мінімальний – $2 * 5 \text{ балів} * 60\% = 6$ балів.

Критерії оцінювання:

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1) * 5$ балів;
- правильне складання системи рівнянь, несуттєві помилки у розв'язанні чи у побудові вказаних в умові діаграм, перевірка отриманих результатів – $(0,89..0,75) * 5$ балів;
- правильні етапи виконання, суттєві помилки при розв'язку та побудові діаграм, відсутність перевірки отриманих результатів – $(0,74..0,6) * 5$ балів;
- виконання роботи з принциповими помилками або відсутність значної її частини, відсутність вказаних в умові діаграм – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (як додаток 1 до силабусу)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теоретичної електротехніки ФЕА, д.т.н. Щербою М.А.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки ФЕА (протокол № 11 від 29.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № __ від ____)

¹Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

РОЗДІЛ 3. Лінійні електричні кола періодичного змінного струму

Тема 3.1. Трифазні електричні кола та їх розрахунки.

1. Трифазна система ЕРС. Фазна та лінійна напруга. Переваги трифазних систем ЕРС. Урівноважене трифазне коло.
2. Схеми з'єднання трифазних кіл та їх розрахунок:
 - а) "зірка" з нульовим проводом,
 - б) "зірка" без нульового проводу при симетричному і несиметричному навантаженнях.
3. Розрахунок трифазного кола за різного чергування фаз.
4. Аварійні режими трифазного кола з навантаженням "зірка":
 - а) коротке замикання у фазі навантаження,
 - б) обрив проводу у фазі навантаження.
5. Схеми з'єднання трифазних кіл та їх розрахунок: з'єднання навантаження "трикутником" за відсутності та при наявності опору лінійних проводів.
6. Аварійні режими трифазного кола з навантаженням "трикутник":
 - а) коротке замикання у фазі навантаження,
 - б) обрив проводу у фазі навантаження,
 - в) обрив проводу лінії навантаження
7. Розрахунок складного симетричного трифазного кола (два навантаження).
8. Розрахунок складного несиметричного трифазного кола (два навантаження).
9. Розрахунок аварійного режиму складного симетричного трифазного кола (два навантаження):
 - а) обрив проводу у лінії,
 - б) обрив проводу у фазі навантаження.
10. Потужність у трифазному колі та її вимірювання:
 - а) симетричне коло, вимірювання активної і реактивної потужностей,
 - б) несиметричне коло з нульовим проводом та без нього.
11. Розкладання несиметричних трифазних систем на симетричні складові. Розрахунок несиметричних трифазних кіл методом симетричних складових

Тема 3.2. Електричні кола несинусоїдного періодичного струму.

13. Метод розкладання кривої в ряд Фур'є. Аналіз електричних кіл при дії несинусоїдної напруги. Діючі значення несинусоїдних струмів та напруг.
14. Вищі гармоніки у трифазних електричних колах; пряма, обернена та нульова послідовності чергування фаз при з'єднанні генератора "трикутником" і "зіркою".

Тема 3.3. Основи теорії чотириполюсників.

15. Чотириполюсник. Симетричні, еквівалентні чотириполюсники. Первинні та вторинні параметри чотириполюсників.
16. Рівняння зв'язку між вхідними та вихідними струмами та напругами.
17. Експериментальне знаходження первинних та вторинних параметрів чотириполюсника

РОЗДІЛ 4. Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах.

Тема 4.1. Класичний метод розрахунку перехідних процесів

18. Перехідні процеси в лінійних електричних колах. Закони комутації. Класичний метод аналізу перехідних процесів. Розрахунок усталеного та вільного режимів. Характеристичне рівняння та його складання. Визначення сталих інтегрування за початковими умовами.
19. Розрахунок перехідних процесів класичним методом:
 - а) вмикання кола RL на постійну напругу,
 - б) коротке замикання в колі RL.

20. Розрахунок перехідних процесів класичним методом:
- а) вмикання кола RC на постійну напругу,
 - б) коротке замикання в колі RC
21. Розрахунок перехідних процесів класичним методом: вмикання кола RL та RC на синусоїдну напругу.
22. Розрахунок перехідних процесів класичним методом: вмикання кола RLC на постійну напругу.

Тема 4.2. Операторний метод розрахунку перехідних процесів

23. Розрахунок перехідних процесів операторним методом. Перетворення Лапласа. Знаходження зображення функцій за схемою. Повернення від зображення функцій до їх оригіналів за теоремою про розкладання.
24. Розрахунок перехідних процесів операторним методом:
- а) вмикання кола RL на постійну напругу,
 - б) коротке замикання в колі RL.
25. Розрахунок перехідних процесів операторним методом:
- а) вмикання кола RC на постійну напругу,
 - б) коротке замикання в колі RC.
26. Розрахунок перехідних процесів операторним методом: вмикання кола RLC на постійну напругу.

Тема 4.3. Розрахунок перехідних процесів при дії ЕРС довільної форми.

27. Перехідні процеси при вмиканні кола на неперервнозмінну ЕРС:
- а) перехідна провідність кола,
 - б) перехідна функція напруги,
 - в) інтеграл Дюамеля.