



ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ

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 станції»</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS / 120 годин: лекції – 36 годин; практики – 18 годин; лабораторні роботи – 18 годин; самостійна робота – 48 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / РГР, МКР</i>
Розклад занять	<i>Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>.д.т.н., доцент Щерба Максим Анатолійович,</i> <i>e-mail: m.shcherba@gmail.com, telegram: @m_shcherba</i> Практичні: Лабораторні:
Розміщення курсу	<i>Матеріали до курсу розміщені на сайті http://www.toe.fea.kpi.ua в розділі Навчання</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Додаткові розділи теорії кіл» є логічним продовженням дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», присвячена електричним і магнітним явищам, які виникають при генерації, передачі та споживанні електроенергії, і є базою для спеціальних електротехнічних дисциплін.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати основні закони електротехніки та відповідний математичний апарат для вирішення професійних завдань в області електричної інженерії, зокрема при розрахунку усталених та перехідних процесів у колах з розподіленими параметрами, розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл постійного та змінного струму, розрахунку електромагнітного поля.

Завданнями вивчення дисципліни є:

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

Предметом дисципліни є основні поняття і закони теорії електричних і магнітних кіл та теорії електромагнітного поля (усталені та перехідні процеси у колах з розподіленими параметрами, розрахунок нелінійних електричних і магнітних кіл постійного та змінного струму, розрахунок електромагнітного поля), сучасні пакети прикладних програм для розрахунку електромагнітних кіл і електромагнітних полів.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- методи розрахунку усталеного синусоїдного режиму роботи довгої лінії при різних видах навантаження
- методи розрахунку перехідного режиму в довгій лінії без втрат;
- особливості перебігу електромагнітних процесів в нелінійних електричних і магнітних колах постійного та змінного струму;
- основні закони та методи аналізу електростатичного поля та поля постійних струмів
- методів аналізу електростатичного поля та змінного електромагнітного поля.

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 і електромагнітних полях;
- 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 і нелінійних електричних колах, методами розрахунку електромагнітних полів;
- 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 «Додаткові розділи теорії кіл» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Для вивчення дисципліни необхідно засвоєння дисципліни ТОЕ, 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;
- векторна алгебра: системи координат, їх взаємозв'язок, операції дивергенція, градієнт, ротор, оператор Набла, операції подвійного диференціювання, поверхневі та об'ємні інтеграли, рівняння Пуассона та ін. В інтегральній та диференціальній формах.

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», «Електрична частина станцій», «Силові трансформатори».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Лінійні електричні кола з розподіленими параметрами.

Тема 1.1. Усталені режими кола з розподіленими параметрами.

Тема 1.2. Перехідні процеси в колах з розподіленими параметрами.

Розділ 2. Нелінійні електричні і магнітні кола.

Тема 2.1. Нелінійні кола постійного струму.

Тема 2.2. Нелінійні кола змінного струму.

Розділ 3. Основи теорії електромагнітного поля.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Бойко В.С., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. 224 с.
2. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І.А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Т. 3: Електричні кола з розподіленими параметрами. Теорія електромагнітного поля. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2013. 224 с.
3. 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.
4. 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 лабораторного практикуму:

5. Методичні вказівки до лабораторного практикуму по ТОЕ. Цикл 4. К.: КПІ, 2005. 56 с.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з ТОЕ. Цикл 5. К.: КПІ, 2005. 48 с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з ТОЕ. Цикл 6. – К.: КПІ, 2005. 48 с.

Методичні вказівки до розрахунково-графічних робіт:

1. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ "Розрахунок усталених та перехідних процесів у колах з розподіленими параметрами". К.: КПІ, 2007. 44 с.
2. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ "Нелінійні електричні і магнітні кола постійного струму". К.: НТУУ "КПІ", 2005. 44 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	
Тема 1.1. Усталені режими кола з розподіленими параметрами.	
1.	Рівняння довгої лінії та їх розв'язок для усталеного синусоїдного режиму. Визначення кола з розподіленими параметрами. Диференціальні рівняння однорідної довгої лінії. Розв'язок рівнянь довгої лінії для синусоїдного режиму. Рівняння довгої лінії при відомих напрузі і струму на початку і в кінці лінії.
2.	Біжучі хвилі в лінії. Падаючі (прямі) та відбиті (зворотні) хвилі в лінії. Фазова швидкість та довжина хвилі. Хвильовий опір та коефіцієнт поширення, їх залежність від частоти. Неспотворювальна лінія.
3.	Однорідна лінія при різних режимах роботи. Режим узгодженого навантаження лінії; залежність напруги, струму, потужності від довжини лінії. Натуральна потужність лінії електропередачі. Режими неробочого ходу та короткого замикання; рівняння комплексних напруг та струмів лінії. Графік розподілу напруг та струмів вздовж лінії. Вхідний опір лінії для вказаних режимів.
4.	Лінія без втрат в режимах неробочого ходу та короткого замикання. Характеристичний опір та коефіцієнт поширення лінії без втрат. Рівняння лінії без втрат. Режим неробочого ходу та короткого замикання ліній без втрат; рівняння лінії для комплексів діючих та миттєвих значень напруг та струмів. Стоячі хвилі в лінії без втрат. Розподіл діючих значень напруги і струму та вхідного опору вздовж лінії.
5.	Режим реактивного навантаження лінії без втрат. Рівняння лінії для комплексних напруг та струмів. Миттєві струм і напруга в лінії при реактивному навантаженні, стоячі хвилі. Розподіл діючих значень напруги і струму та вхідного опору вздовж лінії.
6.	Режим мішаних хвиль в лінії без втрат. Рівняння лінії для комплексних напруг та струмів. Миттєві струми і напруги в лінії, біжучі та стоячі складові напруги і струму. Розподіл діючих значень напруги і струму в лінії в залежності від відношення хвильового опору лінії до опору навантаження. Вхідний опір лінії для різних значень активного навантаження.
Тема 1.2. Перехідні процеси в колах з розподіленими параметрами.	
7.	Хвильове рівняння та його розв'язок для довгої лінії без втрат. Причини виникнення перехідних процесів в довгих лініях. Хвильове рівняння та його розв'язок. Падаючі та відбиті хвилі напруги і струму. Хвильовий опір, фронт хвилі.
8.	Падаючі і відбиті хвилі з прямокутними фронтами. Вмикання однорідної довгої лінії на джерело постійної ЕРС: рішення для падаючих хвиль струму та напруги, графіки розподілу хвиль вздовж лінії. Відбиття хвиль з прямокутним фронтом від кінця лінії з активним навантаженням: рішення для струму і напруги у навантаженні та для відбитих хвиль від кінця розімкненої та короткозамкненої ліній. Графіки розподілу хвиль в лінії. Загальне правило визначення відбитих хвиль в лінії.

9.	Відбиття та заломлення хвиль в місці з'єднання ліній. Відбиття і заломлення хвиль в місці з'єднання двох ліній. Проходження хвиль при наявності реактивного опору в місці з'єднання однорідних ліній: рішення для струму і напруги заломлених та відбитих хвиль, графіки розподілу хвиль в лініях.
Розділ 2 НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ І МАГНІТНІ КОЛА	
Тема 1.2. Нелінійні кола постійного струму.	
10.	Нелінійні електричні кола при постійних струмах і напругах. Статичні і диференціальні параметри нелінійних елементів. Методи розрахунку нелінійного кола: графічний, графоаналітичний, чисельний. Приклади розрахунку нелінійного кола вказаними методами.
11.	Нелінійні магнітні кола постійного струму. Основні характеристики: вектор магнітної індукції, напруженість магнітного поля, МРС, магнітна напруга, магнітний опір. Закони Кірхгофа для магнітного кола. Розрахунок нерозгалуженого магнітного кола: пряма і зворотна задачі.
Тема 2.2. Нелінійні кола змінного струму.	
12.	Котушка з феромагнітним осердям. Втрати в осерді; форми кривих ЕРС, магнітного потоку і струму, еквівалентні синусоїди, Рівняння, векторна діаграма і схема заміщення котушки.
13.	Трансформатор з феромагнітним осердям. Рівняння трансформатора для миттєвих струмів і напруг та в комплексній формі. Приведення трансформатора до одного числа витків. Рівняння, схеми заміщення і векторні діаграми приведенного трансформатора.
14.	Явище ферорезонансу. Ферорезонанс в колі з послідовним з'єднанням котушки з осердям і конденсатора: визначення ферорезонансу, ВАХ елементів і всього кола, векторні діаграми кола. Ферорезонанс струмів: рівняння і векторні діаграми кола, ВАХ елементів і всього кола. Тригерні ефекти в досліджуваних колах.
15.	Феромагнітний підсилювач потужності. Принципова схема підсилювача. Вплив струму обмотки керування на ВАХ підсилювача. Векторна діаграма кола робочої обмотки. Коефіцієнти підсилення струму і потужності пристрою і їх залежність від струму керування.
Розділ 3. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ	
16.	Визначення електромагнітного поля. Основні характеристики електричного і магнітного полів. Закони повного струму і електромагнітної індукції. Перше і друге рівняння Максвелла, теорема Гауса і постулат Максвелла, принцип неперервності магнітного потоку та електричного струму в диференційній формі. Повна система рівнянь електромагнітного поля.
17.	Електростатичне поле та його розрахунки. Безвихорний характер електростатичного поля. Градієнт електричного потенціалу. Визначення потенціалу за заданим розподілом зарядів. Рівняння Пуассона та Лапласа. Граничні умови на поверхні провідників, на поверхні поділу двох діелектриків. Основна задача електростатики.
18.	Електричне поле струмів. Рівняння електромагнітного поля струмів. Електричне поле біля провідників з постійним струмом. Електричне поле струмів у провіднику. Граничні умови на поверхні поділу двох провідникових середовищ.

Практичні заняття

№ з/п	Короткий зміст практичного заняття
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	
Тема 1.1. Усталені режими кола з розподіленими параметрами.	
1.	Визначення параметрів однорідної довгої лінії. Неспотворювальна лінія. Визначення вторинних параметрів однорідної довгої лінії та дослідження їх залежності від частоти. Розрахунок неспотворювальної лінії: визначення миттєвих і діючих значень напруги і струму, побудова графіків напруги і струму вздовж лінії. Однорідна лінія з втратами при різних режимах роботи. Режим узгодженого навантаження лінії: розрахунок залежностей напруги, струму та потужності від довжини лінії. Графіки миттєвих і діючих значень напруги і струму вздовж лінії. Режими неробочого ходу та короткого замикання лінії: розрахунки комплексних і миттєвих значень струму і напруги та вхідного опору.
2.	Лінія без втрат в режимах неробочого ходу та короткого замикання. Розрахунок діючих та миттєвих значень напруг і струмів в лінії без втрат для режимів неробочого ходу та короткого замикання. Побудова графіків миттєвих і діючих значень напруг і струмів вздовж лінії. Графік залежності вхідного опору від довжини лінії. Лінія без втрат в режимі реактивного навантаження. Режим реактивного навантаження: розрахунок діючих та миттєвих значень напруг і струмів та побудова графіків їх розподілу вздовж лінії. Розрахунок вхідного опору лінії в режимі реактивного навантаження. Лінія без втрат в режимі активного навантаження. Режим активного навантаження лінії: розрахунок діючих та миттєвих значень напруг і струмів та побудова графіків їх розподілу вздовж лінії. Дослідження вхідного опору лінії в режимі активного навантаження. Узгоджуючи пристрої в лінії без втрат. Визначення параметрів узгоджуючих пристроїв. Розрахунок напруг і струмів та вхідних опорів при наявності узгоджуючих пристроїв.
Тема 1.2. Перехідні процеси в колах з розподіленими параметрами.	
3.	Падаючі і відбиті хвилі з прямокутними фронтами. Розрахунок перехідного процесу при вмиканні довгої лінії на джерело постійної ЕРС. Відбиття хвиль з прямокутним фронтом від кінця лінії з активним навантаженням: розв'язок для струму і напруги в навантаженні та для відбитих хвиль в лінії. Графіки розподілу хвиль струмів та напруг в лінії.
4.	Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження. Розрахунок і побудова графіків (діаграм) розподілу хвиль струмів та напруг в лінії. Відбиття та заломлення хвиль при наявності реактивних неоднорідностей в лінії. Проходження хвиль при наявності реактивного опору в місці з'єднання ліній: розв'язок для струму і напруги заломлених та відбитих хвиль. Графіки розподілу хвиль струмів та напруг в лінії.
5.	МКР ч-1: Розрахунок усталених та перехідних режимів в колах з розподіленими параметрами. Зразки задач для МКР ч-1 наведені в Додатку 2.

Розділ 2 НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ І МАГНІТНІ КОЛА	
Тема 2.1. Нелінійні кола постійного струму.	
6.	Графічний та графоаналітичний методи розрахунку нелінійного електричного кола. Розрахунок простого нелінійного електричного кола постійного струму графічним методом. Розрахунок складного електричного кола з одним нелінійним елементом графоаналітичним методом. Розрахунок простого магнітного кола . Графічний метод розрахунку магнітного кола при відомих МРС чи магнітному потоці.
Тема 2.2. Нелінійні кола змінного струму.	
7.	Котушка та трансформатор з феромагнітним осердям. Визначення параметрів схеми заміщення котушки та трансформатора з феромагнітним осердям. Розрахунок режиму навантаження трансформатора. Векторні діаграми приведенного трансформатора. Розрахунок ферорезонансних явищ у нелінійному колі. Аналітичний метод розрахунку ферорезонансних явищ при послідовному та паралельному з'єднанні нелінійної котушки з лінійним конденсатором. Визначення миттєвих та діючих значень напруг і струмів.
8.	МКР ч-2: Розрахунок ustalених режимів в нелінійних електричних та магнітних колах. Зразки задач для МКР ч-2 наведені в Додатку 2.
Розділ 3 ОСНОВИ ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ	
9.	Визначення напруженостей та потенціалів електростатичного поля. Визначення напруженостей та потенціалів в електростатичному полі із інтегральних співвідношень між зарядом, напруженістю та потенціалом. Використання диференціальних співвідношень між густиною заряду, напруженістю і потенціалом. Граничні умови на поверхні поділу середовищ з різними характеристиками. Електричне поле струмів. Визначення напруженостей, струмів витоку та опорів ізоляції в конденсаторах та кабелях зі скінченною провідністю діелектрика. Розрахунок опорів заземлення та крокової напруги.

Лабораторні роботи

№ з/п	Короткий зміст лабораторної роботи
Розділ 1 ЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	
1	Моделювання однорідної довгої лінії симетричною ланцюговою схемою
2	Дослідження однорідної довгої лінії без втрат
3	Захист робіт
Розділ 2 НЕЛІНІЙНІ ЕЛЕКТРИЧНІ І МАГНІТНІ КОЛА	
4	Дослідження котушки з феромагнітним осердям
5	Дослідження однофазного трансформатора з феромагнітним осердям
6	Дослідження явища ферорезонансу в послідовному контурі (ферорезонанс напруг)
7	Захист робіт
Розділ 4 РОЗРАХУНОК ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ	
8	Дослідження взаємної індуктивності плоских котушок.
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: проводиться 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: залік.

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

Без додаткових випробувань

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

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 6 лабораторних робіт.

№з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кільк.	Всього
1.	МКР (ч.1, ч.2)	8	2	16
2.	РГР ч.1	16	1	16
	РГР ч.2	10	1	10
3.	Відповіді на заняттях	5	2	10
4.	Лабораторні роботи	8	6	48
	РАЗОМ			100

У разі виконання залікової контрольної роботи або співбесіди

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

У разі виконання залікової контрольної роботи або співбесіди підсумкова оцінка визначається як сума балів із залікової контрольної роботи та балів із індивідуального семестрового завдання.

№з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кільк.	Всього
1.	РГР ч.1	16	1	16
	РГР ч.2	10	1	10
2.	Залік	74	1	74
	РАЗОМ			100

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 8 (4 бали – оформлені результати у вигляді протоколу, 4 бали – захист роботи).

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи – 8 балів * 6 = 48 балів.

Мінімальна кількість балів за всі лабораторні роботи (за умови їх повного виконання та захисту) –

8 балів * 6 * 60% = 28,8 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 – $(0,9..1) * 4$ бали;
- добра підготовка до лабораторної роботи, активна участь у виконанні досліджень, незначні помилки при обробці результатів дослідів – $(0,89..0,75) * 4$ бали;
- задовільна підготовка до лабораторної роботи, пасивна участь у виконанні досліджень, значні помилки при обробці результатів дослідів – $(0,74..0,6) * 4$ бали;
- неготовність до лабораторної роботи, пасивна участь у виконання досліджень, невірна обробка більшості результатів – 0 балів.

Захист роботи:

- повні відповіді на контрольні питання за темою роботи – $(0,9..1) * 4$ бали;
- неповні відповіді на контрольні питання – $(0,89..0,75) * 4$ бали;
- часткові відповіді на контрольні питання або відсутність відповідей на окремі питання, за умови розуміння загальної мети роботи та основних етапів проведення дослідження – $(0,74..0,6) * 4$ 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 : РГР ч.1 «Лінійні електричні кола з розподіленими параметрами», РГР ч.2 «Нелінійні електричні і магнітні кола».

Максимальна кількість балів за виконання кожної частини РГР – 16 і 10 балів відповідно (8 і 5 балів – оформлені розрахунки, 8 і 5 балів – захист роботи).

Мінімальна кількість балів за виконання кожної частини РГР – 16 і 10 балів $* 60\% = 9,6$ і 6 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 – $(0,9..1) * 8$ і 5 балів;
- правильне складання системи рівнянь та її розв'язок, перевірка отриманих результатів, несуттєві помилки у розрахунках та побудові діаграм – $(0,89..0,75) * 8$ і 5 балів;
- правильні етапи виконання, суттєві помилки при розв'язку та побудові діаграм, відсутність перевірки отриманих результатів – $(0,74..0,6) * 8$ і 5 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 – $(0,9..1) * 8$ і 5 балів;
- неповні відповіді на питання стосовно етапів виконання роботи – $(0,89..0,75) * 8$ і 5 балів;
- відсутність відповідей на окремі питання стосовно етапів виконання роботи, за умови розуміння загальної її мети та основних етапів виконання – $(0,74..0,6) * 8$ і 5 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:

МКР ч-1: «Розрахунок усталених та перехідних режимів в колах з розподіленими параметрами»

МКР ч-2: «Розрахунок усталених режимів в нелінійних електричних та магнітних колах»

Ваговий бал кожної частини МКР – 8 балів.

Максимальний бал за МКР – $2 * 8 = 16$ балів, мінімальний – $2 * 8 \text{ балів} * 60\% = 9,6$ балів.

Критерії оцінювання:

- вибір оптимального методу розрахунку, правильне виконання розрахунків з повним поясненням, перевірка результатів розв'язку, побудова вказаних в умові діаграм – $(0,9..1) * 8$ балів;
- правильне складання системи рівнянь, несуттєві помилки у розв'язанні чи у побудові вказаних в умові діаграм, перевірка отриманих результатів – $(0,89..0,75) * 8$ балів;
- правильні етапи виконання, суттєві помилки при розв'язку та побудові діаграм, відсутність перевірки отриманих результатів – $(0,74..0,6) * 8$ 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 зазначено у додатку 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 1. Лінійні електричні кола з розподіленими параметрами.

Тема 1.1. Усталені режими кола з розподіленими параметрами.

1. Питомі погонні параметри однорідної лінії. Диференціальні рівняння однорідної лінії.
2. Розв'язок диференціальних рівнянь однорідної лінії.
3. Хвильовий опір однорідної лінії. Коефіцієнти поширення - γ , згасання - α , фази - β .
4. Рівняння, виражені за початковими та кінцевими параметрами лінії.
5. Аналогія між рівняннями лінії з розподіленими параметрами та рівняннями чотириполусника.
6. Визначення вторинних параметрів (Z_c , γ)
7. Падаючі та зворотні (відбиті) хвилі в лінії.
8. Фазова швидкість, довжина хвилі, коефіцієнт відбиття.
9. Узгоджений режим роботи лінії.
10. Коефіцієнт корисної дії при узгодженому навантаженні.
11. Вхідний опір навантаженої лінії.
12. Лінія без спотворень.
13. Лінія без втрат. Рівняння лінії без втрат.
14. Неробочий хід лінії без втрат. Коротке замикання лінії без втрат.
15. Лінія без втрат, навантажена на реактивний опір.
16. Лінія без втрат, навантажена на активний опір.
17. Чвертьхвильовий відрізок лінії.
18. Застосування відрізків лінії для узгодження навантаження: активне навантаження, комплексне навантаження.

Тема 1.2. Перехідні процеси в колах з розподіленими параметрами.

19. Розв'язок диференціальних рівнянь однорідної лінії.
20. Вмикання лінії до ідеального джерела напруги.
21. Виникнення зворотних (відбитих) хвиль.
22. Схема заміщення для дослідження перехідних процесів в лініях. Правило Петерсона.
23. Перехідні процеси при комутаціях на зарядженій лінії.

Розділ 2. Нелінійні електричні і магнітні кола.

Тема 2.1. Нелінійні кола постійного струму.

24. Основні поняття. Класифікація нелінійних елементів.
25. Методи розрахунку нелінійного електричного кола.
26. Магнітні кола постійного струму. Основні закони магнітного кола.
27. Розрахунок нерозгалуженого і розгалуженого магнітного кола.

Тема 2.2. Нелінійні кола змінного струму.

28. Котушка із феромагнітним осердям. Втрати на вихрові струми та гістерезис.
29. Дослідні визначення втрат на вихрові струми та гістерезис.
30. Ідеалізована котушка із феромагнітним осердям. План розрахунку ідеалізованої котушки. 31. Реальна котушка із феромагнітним осердям, векторна діаграма та схема заміщення. План розрахунку реальної котушки.
32. Трансформатор з феромагнітним осердям. Зведення обмоток трансформатора до одного числа витків.
33. Векторна діаграма та схема заміщення трансформатора.
34. Дослідні визначення параметрів трансформатора.
35. Явище ферорезонансу. Ферорезонанс напруг. Ферорезонанс струмів.
36. Феромагнітний підсилювач потужності.

Розділ 3. Основи теорії електромагнітного поля.

37. Основні визначення та характеристики електромагнітного поля.

38. Рівняння Максвелла.

39. Електростатичне поле та його розрахунок. Визначення потенціалу по відомому розподілу заряду. Рівняння Пуассона і Лапласа.

40. Граничні умови на поверхні двох провідників та двох діелектриків