

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. декана факультету комп'ютерних
інформаційних технологій


Ігор ЯКИМЕНКО

« » 2023р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з науково-
педагогічної роботи


Віктор ОСТРОВЕРХОВ

« » 2023р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій


Святослав ПИТЕЛЬ

« » 2023р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

«ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 12 Інформаційні технології

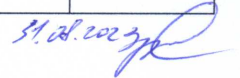
Спеціальність – 123 Комп'ютерна інженерія

Освітньо-професійна програма – Комп'ютерна інженерія

Кафедра комп'ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Іспит (сем)
Денна	2	3	28	28	3	8	83	150	3
Заочна	2	3	8	4	-	-	138	150	4

Тернопіль
2023



Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності – 123 Комп'ютерна інженерія, затвердженої на засіданні Вченої ради ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022 р.).

Робочу програму склала старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії, к.т.н., Гураль Ірина Володимирівна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії, протокол № 1 від 28.08.2023р.

Завідувач кафедри КІ

Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Комп'ютерна інженерія, протокол № 1 від 28.08.2023р.

Голова групи забезпечення спеціальності д.т.н., професор

Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП

Леся ДУБЧАК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл»

Дисципліна – Теорія електричних і магнітних кіл	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 12 – Інформаційні технології	Дисципліна циклу професійної підготовки Статус дисципліни – нормативна Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність - 123 Комп'ютерна інженерія	Рік підготовки Денна – 2 Заочна - 2 Семестр Денна – 3 Заочна – 3,4
Кількість змістових модулів – 3	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції Денна – 28 год. Заочна – 8 год Лабораторні заняття Денна – 28 год. Заочна – 4 год.
Загальна кількість годин Денна – 150, Заочна - 150		СРС: Денна – 83 год, Заочна – 138 год. Тренінг, КПІЗ: Денна -8 год. Індивідуальна робота Денна -3 год.
Тижневих годин: Денна - 10 год., з них аудиторних –4 год.		Вид підсумкового контролю Денна: 3 семестр – іспит Заочна: 4 семестр – іспит

2. Мета й завдання вивчення дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл»

2.1. Мета вивчення дисципліни

Програма та тематичний план дисципліни «Теорія електричних та магнітних кіл» орієнтовані на глибоке та ґрунтовне засвоєння студентами систематичних знань та практичних навичок використання теорії та методів проектування електричних та магнітних кіл комп'ютерних систем та їх складових, використання сучасних засобів автоматизованого проектування та моделювання електричних та магнітних кіл.

Метою дисципліни є вивчення елементної бази, методів розрахунку електричних та магнітних кіл, які можуть бути використані при розробці, впровадженні та експлуатації апаратних засобів комп'ютерних систем.

Вивчення курсу „Теорія електричних та магнітних кіл” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів («Фізика», «Вища математика», «Програмування»), а також цілеспрямованої роботи на лекційних та лабораторних заняттях, самостійної роботи студентів.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завдання курсу полягає у вивченні елементної бази, методів розрахунку електричних та магнітних кіл, які можуть бути використані при розробці, впровадженні та експлуатації апаратних засобів спеціалізованих, розподілених комп'ютерних кіберфізичних систем.

2.3. Найменування компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- K03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни

Зазначена дисципліна включена до циклу дисциплін професійної підготовки за переліком програми. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на II-му курсі. Вивчення курсу «Теорія електричних і магнітних кіл» передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із фізики, цілеспрямованої роботи над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекціях та практичних заняттях, самостійної роботи.

2.5. Результати навчання.

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

3. Програма навчальної дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл»

Змістовий модуль 1. Розрахунок усталеного режиму в лінійному електричному колі

Тема 1. Фізичні основи теорії електричних кіл

1. Електричне поле. 2. Електричний струм. 3. Електричний опір. 4. Закон Ома. 5. Електрична ємність. 6. Індуктивність. 7. Джерела електричної енергії. 8. Приймачі електричної енергії. Література: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Тема 2. Основні поняття електричного кола.

1. Електричне коло. 2. Класифікація електричних кіл. 3. Режими роботи електричних кіл. 3. Класифікація, умовне графічне позначення, маркування і основні параметри резисторів та їх вибір. 4. Класифікація, умовне графічне позначення, маркування і основні параметри конденсаторів та їх вибір. 5. Класифікація, умовне графічне позначення та маркування індуктивностей та рекомендації з їх вибору. 6. Загальна класифікація та умовні графічні позначення комутаційних пристроїв та з'єднувачів. 7. Загальна характеристика кварцових осциляторів, їх будова та принцип роботи. Література: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Тема 3. Розрахунок лінійних електричних кіл постійного струму

1. Правила Кірхгофа. 2. Послідовне та паралельне з'єднання резисторів. 3. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів. 4. Розрахунок змішаного з'єднання резисторів та конденсаторів. 5. Потенціальні діаграми. 6. Метод безпосереднього використання законів Кірхгофа. 7. Метод контурних струмів. 8. Метод вузлових потенціалів. 9. Метод вузлової напруги. 10. Метод накладання (суперпозиції) струмів. 11. Метод еквівалентного генератора. Література: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Тема 4. Синусоїдальні кола змінного струму.

1. Періодичні коливання. 2. Діючі та середні значення електричних величини. 3. Зображення синусоїдальних напруг і струмів за допомогою обертових векторів. Векторні діаграми. 4. Представлення гармонійних коливань за допомогою комплексних чисел. 5. Потужність на змінному струмі. 6. Проходження синусоїдального струму через резистор, котушку індуктивності та конденсатор. 7. Проходження синусоїдального струму через резистор, котушку індуктивності і конденсатор, з'єднаних послідовно. 8. Паралельне з'єднання резистора, котушки індуктивності, конденсатора в колі синусоїдальної напруги. 9. Методи розрахунку кіл змінного струму. 10. Загальні відомості про багатofазні системи. Література: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Тема 5. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.

1. Коливальний контур. 2. Резонанс напруг, умова виникнення, основні характеристики. 3. Резонанс струму умова виникнення, основні характеристики.
4. Резонанс в складному колі. Література: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10.

Змістовий модуль 2. Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі

Тема 6. Перехідні процеси в електричних колах.

1. Загальні відомості про перехідні процеси. 2. Вмикання котушки індуктивності на сталу напругу. 3. Вимикання котушки індуктивності від джерела сталої напруги. 4. Включення котушки індуктивності до джерела синусоїдальної ЕРС. 5. Заряд конденсатора від джерела постійної напруги. 6. Розряд конденсатора на резистор. 7. Підключення конденсатора до джерела синусоїдальної напруги. Література: 1, 2, 4, 5.

Тема 7. Електричні кола з несинусоїдними напругами і струмами.

1. Несинусоїдні напруг, струм та їх вираження. 2. Симетричні несинусоїдні функції. 3. Діюче значення несинусоїдного струму. 4. Потужність кола несинусоїдного струму. 5. Розрахунок електричних кіл з несинусоїдними ЕРС і струмами. 6. Резонансні явища в колах з несинусоїдальними джерелами. Література: 1, 2, 4, 8, 9, 10.

Тема 8. Розрахунок параметрів чотиріполюсника.

1. Рівняння чотиріполюсника. 2. Режими чотиріполюсника. 3. Т-подібна схема заміщення пасивного чотиріполюсника. 4. П-подібна схема заміщення пасивного чотиріполюсника. Література: 1, 2, 3, 8, 9, 10.

Тема 9. Фільтри електричних сигналів.

1. Класифікація фільтрів електричних сигналів. 2. Електричні фільтри низької частоти, їх схемна реалізація, принцип роботи та основні параметри. 3. Електричні фільтри високої частоти, їх схемна реалізація, принцип роботи та основні параметри. 4. Смугові електричні фільтри, їх схемна реалізація, принцип роботи та основні параметри. 5. Режекторні електричні фільтри, їх схемна реалізація, принцип роботи та основні характеристики. Література: 1, 2, 3, 8, 9, 10.

Змістовий модуль 3. Розрахунок нелінійних електричних та магнітних кіл

Тема 10. Нелінійні кола постійного струму

1. Основні поняття про нелінійні кола. 2. Особливості аналізу кіл з нелінійними елементами. 3. Розрахунок нелінійних електричних кіл постійного струму. 4. Магнітні кола при постійних магнітних потоках. Література: 1, 2, 4, 8, 13.

Тема 11. Нелінійні електричні кола змінного струму.

1. Основні поняття нелінійних кіл змінного струму. 2. Кола з інерційними нелінійними елементами. 3. Графоаналітичний метод аналізу нелінійних електричних кіл змінного струму з безінерційними елементами. 4. Аналітичний метод аналізу нелінійних електричних кіл змінного струму з безінерційними елементами. 5. Аналітичний метод еквівалентних синусоїд. 6. Рівняння стану котушки з феромагнітним осердям. 7. Ферорезонанс у нелінійних колах. Література: 1, 2, 4, 13.

Тема 12. Трансформатори.

1. Принцип роботи однофазного трансформатора. 2. Магнітопровід трансформатора. 3. Обмотки трансформатора. 4. Класифікація трансформаторів. Література: 1, 2, 3, 8, 9, 10.

Тема 13. Електричне коло з розподіленими параметрами.

1. Рівняння довгої лінії. 2. Схеми заміщення довгих ліній. 3. Основні рівняння довгої лінії. 4. Стояча хвиля. Біжуча хвиля. Хвильовий опір та довжина хвилі. 5. Навантажувальний режим довгої лінії без втрат з узгодженим навантаженням. 6. Навантажувальний режим з неузгодженим навантаженням. Коефіцієнти відбиття й заломлення. 7. Електромагнітна хвиля з прямокутним фронтом. Підключення джерела сталої напруги до нескінченно довгої лінії. 8. Вмикання джерела сталої напруги на лінію кінцевої довжини. Література: 1, 2.

**4. Структура залікового кредиту дисципліни
«Теорія електричних і магнітних кіл»**

(денна форма навчання)

	Кількість годин					Контрольні заходи
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	
Змістовий модуль 1. <i>Розрахунок усталеного режиму в лінійному електричному колі</i>						
Тема 1. Фізичні основи теорії електричних кіл	2		1	2	4	
Тема 2. Основні поняття електричного кола	2	2			6	
Тема 3. Розрахунок лінійних електричних кіл постійного струму	2	2			6	
Тема 4. Синусоїдальні кола змінного струму.	2	2			6	

Тема 5. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.	2	2			5	Заліковий модуль
Змістовий модуль 2. <i>Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі</i>						
Тема 6. Перехідні процеси в електричних колах.	4	4	1	3	6	
Тема 7. Електричні кола з несинусоїдними напругами і струмами.	2	2			6	
Тема 8. Розрахунок параметрів чотириполюсника.	2	2			6	
Тема 9. Фільтри електричних сигналів.	2	2			6	Ректорська КР
Змістовий модуль 3. <i>Розрахунок нелінійних електричних та магнітних кіл</i>						
Тема 10. Нелінійні кола постійного струму	2	2	1	3	8	
Тема 11. Нелінійні електричні кола змінного струму.	2	2			8	
Тема 12. Трансформатори	2	2			8	
Тема 13. Електричне коло з розподіленими параметрами.	2	4			8	
Разом	28	28	3	8	83	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин				
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ
1	2	3	4	5	
Змістовий модуль 1. <i>Розрахунок усталеного режиму в лінійному електричному колі</i>					
Тема 1. Фізичні основи теорії електричних кіл			12		

Тема 2. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.	1	1	10		
Тема 3. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.	1		12		
Тема 4. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.	1	1	10		
Тема 5. Коливальний контур. Резонанс в електричних колах.	1		12		
Змістовий модуль 2. <i>Розрахунок перехідних процесів в лінійному електричному колі</i>					
Тема 6. Перехідні процеси в електричних колах.	1		12		
Тема 7. Електричні кола з несинусоїдними напругами і струмами.		1	10		
Тема 8. Розрахунок параметрів чотириполосника.			10		
Тема 9. Фільтри електричних сигналів.	1		10		
Змістовий модуль 3. <i>Розрахунок нелінійних електричних та магнітних кіл</i>					
Тема 10. Нелінійні кола постійного струму	1		10		
Тема 11. Нелінійні електричні кола змінного струму.	1		10		
Тема 12. Трансформатори		1	10		
Тема 13. Електричне коло з розподіленими параметрами.			10		
Разом	8	4	138	0	0

5. Тематика лабораторних занять

Лабораторна робота №1. Тема: Ознайомлення з програмним пакетом NI Multisim (Workbench).

Мета: Вивчення основних засобів програмного пакету NI Multisim (Workbench).
Література: 18.

Лабораторна робота №2. Тема: Послідовне та паралельне з'єднання приймачів електроенергії постійного струму. Закон Ома. Правила Кірхгофа.

Мета: Дослідження електричного кола при послідовному та паралельному з'єднанні приймачів електроенергії постійного струму. Література: 1, 2, 3.

Лабораторна робота №3. Тема: Дослідження електричного кола змінного струму при послідовному з'єднанні приймачів електроенергії. Потужність на змінному струмі.

Мета: Дослідження електричного кола змінного струму при паралельному з'єднанні приймачів електроенергії. Література: 1, 2, 3.

Лабораторна робота №4. Тема: Дослідження резонансів струму та напруги.

Мета: Перевірка резонансів струму та напруги. Література: 1, 2, 3.

Лабораторна робота №5. Тема: Дослідження перехідних процесів в електричних колах.

Мета: Перевірка другого закону комутації. Література: 1, 2, 4, 5.

Лабораторна робота №6. Тема: Дослідження електричних RC- фільтрів.

Мета роботи: Вивчення структури та дослідження параметрів RC – фільтрів.
Література: 1, 2, 12.

Лабораторна робота №7. Тема: Дослідження нелінійного електричного кола постійного струму.

Мета: Побудова вольт-амперної характеристики нелінійного резистора.
Література: 1, 2, 5, 13.

Лабораторна робота №8. Тема: Дослідження однофазного трансформатора.

Мета: Визначення параметрів схеми заміщення однофазного трансформатора.
Література: 1, 2, 3.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Варіанти комплексного практичного індивідуального завдання (КПЗ) з дисципліни «Теорія електричних та магнітних кіл»:

I. ЗАДАЧА 1.

Для електричної схеми, за вказаними параметрами необхідно виконати:

- 1) накреслити схему для свого варіанту;
- 2) визначте струми у вітках, використовуючи будь-який метод розрахунку;
- 3) визначте потужності джерел, приймачів електричної енергії і потужність втрат всередині джерел;

- 4) складіть баланс потужностей.

II. ЗАДАЧА 2

До генератора змінного струму з напругою u і частотою $f=50$ Гц підключені послідовно котушки з активним опором r , індуктивністю L і конденсатором ємністю C .

Визначити:

- 1) діюче значення прикладеної напруги;
- 2) струм в електричному колі;
- 3) активну, реактивну та повну потужності котушки, конденсатора і всього кола;
- 4) активну, реактивну і ємнісну складові напруги;
- 5) побудуйте векторну діаграму напруг.

III. ЗАВДАННЯ 3

Для ідеалізованого кола з послідовним з'єднанням активного опору R , індуктивності L та ємності C визначити:

резонансну частоту ω_p, f_p ;

опір резистора R , при якому добротність контура $Q=10$;

для визначеного опору R , побудувати на одному графіку залежності $R=f(\omega)$, $X_C=f(\omega)$, $X_L=f(\omega)$, $Z=f(\omega)$, а на іншому – резонансні криві $u_{(R,X,Z)}=f(\omega)$, $i=f(\omega)$ та $\varphi=f(\omega)$, при діапазоні частот від 0 до $2\omega_p$.

IV. ЗАВДАННЯ 4

Розробити схему та побудувати амплітудно-частотну та фазо-частотну характеристики RC – фільтра. Провести моделювання розробленої схеми.

7. Самостійна робота студентів

7.1. Організація та проведення тренінгу з дисципліни «Теорія електричних та магнітних кіл»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Аналіз завдання на розробку електричної схеми	- аналіз вхідних та вихідних параметрів електричного кола; - постановка задачі; - вибір структурної схеми; - розробка функціональної схеми.
2	Розрахунок елементів електричної принципової схеми	- розрахунок елементів електричної принципової схеми; - вибір елементів.

3	Проектування електричної принципової схеми	- вибір компонентів схеми; - складання електричної принципової схеми (макетниця); - перевірка правильності проекту за допомогою засобу та з допомогою NI Multisim
4	Перевірка роботоздатності електричної принципової схеми	- вибір вимірювальних приладів; - перевірка з проєктованої електричної принципової схеми на стенді K2248.

7.2 Тематика самостійної роботи студентів

(денна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Добування електричної енергії з інших видів енергії.
2	Матричний метод розрахунку кіл постійного струму.
3	Розрахунок трифазних кіл
4	Матричний метод розрахунку кіл змінного струму
5	Частотні характеристики послідовного та паралельного контурів.
6	Алгоритм розрахунку перехідних процесів операторним методом.
7	Розрахунок кола при впливі ЕРС довільної форми.
8	Коефіцієнти, що характеризують періодичну несинусоїдну криву
9	Активні автономні та неавтономні багатополіусники.
10	Розрахунок параметрів фільтрів операторним методом.
11	Розрахунок розгалужених магнітних кіл.
12	Метод малого параметра
13	Схема заміщення лінійного трансформатора.
14	Усталений режим у довгій лінії без втрат, рівняння довгої лінії без втрат. Холостий хід у довгій лінії без втрат. Коротке замикання у довгій лінії без втрат.

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Добування електричної енергії з інших видів енергії.
2	Матричний метод розрахунку кіл постійного струму.
3	Розрахунок трифазних кіл
4	Матричний метод розрахунку кіл змінного струму
5	Частотні характеристики послідовного та паралельного контурів.
6	Алгоритм розрахунку перехідних процесів операторним методом.
7	Розрахунок кола при впливі ЕРС довільної форми.
8	Коефіцієнти, що характеризують періодичну несинусоїдну криву
9	Активні автономні та неавтономні багатополіусники.
10	Розрахунок параметрів фільтрів операторним методом.

11	Розрахунок розгалужених магнітних кіл.
12	Метод малого параметра
13	Схема заміщення лінійного трансформатора.
14	Усталений режим у довгій лінії без втрат, рівняння довгої лінії без втрат. Холостий хід у довгій лінії без втрат. Коротке замикання у довгій лінії без втрат.
15	Вивчення основних засобів програмного пакету NI Multisim (Workbench)

8. Методи навчання.

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН; лабораторні заняття, обов'язково в спеціалізованій лабораторії; індивідуальні заняття; виконання роботи в Інтернет; виконання КППЗ.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- ректорська контрольна робота;
- підсумкова оцінка за комплексне практичне індивідуальне завдання, враховуючи поточне опитування; - підсумковий письмовий екзамен.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Теорія електричних і магнітних кіл» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

3 семестр

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КППЗ, враховуючи поточне опитування)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Захист лабораторних робіт (7 роботи по 5 балів = 35 балів) 2. Письмова робота = 65 балів	1. Захист лабораторних робіт (6 роботи по 5 балів = 30 балів) 2. Письмова робота = 70 балів	1. Написання та захист КППЗ = 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 20 балів	1. Написання та захист екзаменаційної роботи 100 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проекційний екран	1-13
2	Персональні комп'ютери	1-13
3	Наявність доступу до мережі Інтернет	1-13
4	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1-13
5	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1-13
6	Спеціалізовані програмні продукти (Electronics Workbench 5, NI Multisim)	1-13

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Трембач Р.Б. Теорія електричних та магнітних кіл. [Текст] Навчальний посібник/ Р.Б. Трембач – Тернопіль: ТНЕУ, 2018 – 263с.

2. Бойко В.С. Теоретичні основи електротехніки [Текст]: підручник у 3-х т./ В.С. Бойко, В.В. Бойко, Ю.Ф. Видолоб та ін.// За заг. ред. І.М. Чиженка, В.С. Бойка. – К.: НТУУ «КПІ», 2018. – Т.2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола.– 224с.

3. Булашенко А. В. Теорія електричних та магнітних кіл.: навч. посібник / А. В. Булашенко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2019. – 398 с

4. Булашенко А. В. Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами [Текст]: Навчальний посібник. А.В. Булашенко, М.І.Ястребов – Київ: Вид-во «Політехніка», 2018. – 153 с.

8. Коваль Ю.О. Основи теорії кіл [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч. 1/ Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Малютченко, І.О. Рибін / За заг. редакцією В.М. Шокала та В.І. Правди. – Х.: Компанія СМІТ, 2018. – 432с.

9. Осадчук О. В. Теорія електричних кіл і сигналів. Частина 1: навчальний посібник / О. В. Осадчук, О. С. Звягін. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 153с.

10. Основи теорії кіл: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Ю. О. Коваль, Л. В. Гринченко, І. О. Милютченко, О. І. Рибін. – Харків: Компанія СМІТ, 2018. – 432 с.

11. Перхач В.С. Теоретична електротехніка [Текст]: підручник / В.С. Перхач – Львів: Каменяр, 2017.– 440с.

12. Титаренко М.В. Електротехніка [Текст]: навчальний посібник для студентів інженерно-технічних (не електротехнічних) спеціальностей вузів / М.В. Титаренко – К.: Кондор, 2019.–240с.

13. Чабан В. Електротехніка [Текст]: навчальний посібник. / В. Чабан – Львів: Фенікс, 2018. – 296с.

14. Інструкція користувача NI Multisim.