



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Теорія електромагнітних кіл Ч.2

**Шифр та назва спеціальності**

175–Інформаційно-вимірювальні технології

**Інститут**

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

**Освітня програма**

Інформаційно-вимірювальні технології збору та обробки даних

**Кафедра**

Теоретичні основи електротехніки (137)

**Рівень освіти**

Бакалавр

**Тип дисципліни**

Спеціальна (Фахова), Обов'язкова

**Семестр**

4<sub>1</sub>

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники



**Кубрик Борис Іванович**

[borys.kubryk@khpi.edu.ua](mailto:borys.kubryk@khpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичні основи електротехніки НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 50 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теорія електромагнітних кіл», «Теорія електричних та магнітних кіл»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу розглядаються основні закони й методи розрахунку електричних кіл постійного та гармонійного струмів в усталених та перехідних режимах, на яких базуються практичні розрахунки електромагнітних кіл різного призначення.

### Мета та цілі дисципліни

Надання студентам фундаментальних знань і основ теорії електромагнітного поля та електромагнітних кіл з зосередженими та розподіленими параметрами, у сталих та перехідних режимах при дії постійних гармонічних та несинусоїдальних електричних сигналів в об'ємі, необхідному для вивчення профільюючих дисциплін та виконання досліджень в області, яка визначається спеціальністю «Інформаційно-вимірювальні технології».

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

- K01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.
- K05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
- K08. Здатність вчитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної.
- K09. Здатність бути критичним і самокритичним.
- K10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- K14. Здатність проектувати засоби інформаційно-виміральної техніки та описувати принцип їх роботи
- K21. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

## Результати навчання

- ПРО3. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ.
- РНС1. Знати основи побудови та застосування сучасних операційних систем, основні офісні програмні засоби. Вміти користуватися пакетами прикладних програм відповідно до професійної діяльності. Знати сучасні теорії побудови складних систем контролю та діагностики, розрізняти умови покращення та проектування системи, вміти використовувати методи випробувань, наукову парадигму при покращенні та проектуванні систем.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): Лекції – 48 год., Лабораторні роботи – 16 год., Практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 70 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Фізика Ч.1–Ч.3», «Вища математика Ч.1–Ч.3», «Теорія електромагнітних кіл 1».

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

При вивченні дисципліни на лекційних і лабораторних заняттях та консультаціях використовується комплекс методів навчання: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемного викладу, частково-пошуковий, дослідницький.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Перехідні процеси у лінійних колах .

Причини виникнення перехідних процесів. Закони комутації. Класичний метод аналізу перехідних процесів в колах R, L: загальні положення, коротке замикання кола R, L.

#### Тема 2. Перехідні процеси у колах з індуктивним накопичувачем енергії.

ПП при вмиканні кола R, L на постійну та гармонічну е.р.с. Аналіз перехідних процесів в розгалужених колах з одним індуктивним накопичувачем енергії без складання диференційного рівняння

#### Тема 3. Перехідні процеси в колах R, L, C.

Перехідні процеси в колах R, L, C: загальні положення. Аперіодичний заряд конденсатора.

#### Тема 4. Граничний аперіодичний і коливальний заряд конденсатора.

ПП в колах R, L, C. Граничний аперіодичний і коливальний заряд конденсатора.

**Тема 5. Вмикання кола R, L, C на гармонійну Е.Р.С.**

Вмикання кола R, L, C на гармонійну Е.Р.С. Ізохронізм, биття

**Тема 6. Часовий метод розрахунку перехідних процесів.**

Математичні основи часового методу розрахунку перехідних процесів. Перехідні та імпульсні характеристики кіл першого порядку.

**Тема 7. Інтеграл Дюамеля.**

Інтеграл Дюамеля та його використання для аналізу перехідних процесів.

**Тема 8. Часовий метод розрахунку перехідних процесів.**

Часовий метод розрахунку перехідних процесів. Перехідні та імпульсні характеристики кіл першого порядку (R, L та R, C).

**Тема 9. Операторний метод розрахунку.**

Загальні положення операторного методу. Зображення елементарних функцій за Лапласом. Основні теореми операторного методу.

**Тема 10. Закони Ома і Кірхгофа в операторній формі.**

Закони Ома і Кірхгофа в операторній формі. Приклади опису схем.

**Тема 11. Операторні схеми.**

Методика складання операторних схем та одержання зображень.

**Тема 12. Теорема розкладання.**

Перехід від зображення до оригіналу за формулами відповідності. Теорема розкладання та її використання

**Тема 13. Операторний метод при аналізі електричних схем.**

Алгоритм аналізу процесів в електричних колах за допомогою операторного методу. Операторна передаточна функція. Основні поняття кореневого методу аналізу.

**Тема 14. Зв'язок між часовими, операторними та частотними характеристиками.**

Зв'язок між часовими, операторними та частотними характеристиками електричних кіл.

**Тема 15. Частотний метод аналізу.**

Основні положення частотного методу. Частотні спектри сигналів. Дискретний спектр періодичного сигналу.

**Тема 16. Розрахунок перехідних процесів в колах із двома накопичувачами енергії.**

Розрахунок перехідних процесів в колах із двома накопичувачами енергії.

**Тема 17. Теореми частотного аналізу.**

Основні теореми частотного аналізу. Безперервний спектр одичного сигналу.

**Тема 18. Частотний спектр прямокутного одиночного імпульсу.**

Частотний спектр прямокутного одиночного імпульсу.

**Тема 19. Частотний спектр періодичної послідовності прямокутних імпульсів.**

Частотний спектр періодичної послідовності прямокутних імпульсів

**Тема 20. Енергетичні співвідношення для частотних спектрів.**

Енергетичні співвідношення для частотних спектрів. Теорема Ляпунова-Парсеваля. Теорема Релея.

**Тема 21. Розрахунок частотного спектру періодичної послідовності прямокутних імпульсів.**

Розрахунок частотного спектру періодичної послідовності прямокутних імпульсів.

Неспотворююче коло. Спектр радіо і відео-сигналів.

**Тема 22. Магнітні кола постійних потоків.**

Магнітні кола постійних потоків. Основні припущення. Закони Ома і Кірхгофа для магнітних кіл. Розрахунок магнітних кіл.

**Тема 23. Котушка з феромагнітним осердям.**

Рівняння котушки з феромагнітним осердям для миттєвих значень та у комплексній формі; векторна діаграма, схема заміщення.

**Тема 24. Трансформатор з феромагнітним осердям.**

Трансформатор з феромагнітним осердям: фізичні процеси, рівняння.

## Теми практичних занять

### Тема 1. Початкові умови, початкові значення, сталий режим.

Початкові умови, початкові значення, сталий режим. Закони комутації. Рішення задач на закони комутації при включенні на джерела постійної напруги.

### Тема 2. Підключення кола до джерела синусоїдальної напруги.

Рішення задач на закони комутації при включенні на джерела синусоїдальної напруги.

### Тема 3. Інтеграл Дюамеля.

Дослідження за допомогою інтеграла Дюамеля електричних процесів при довільній формі прикладеної напруги. (Контрольна робота №1).

### Тема 4. Операторний метод розрахунку перехідних процесів.

Визначення токів та напруг за допомогою операторного методу розрахунку перехідних процесів.

### Тема 5. Теорема розкладання.

Теорема розкладення, приклади розрахунків.

### Тема 6. Частотний метод аналізу.

Представлення сигналів у вигляді спектрів. Визначення передаточних функцій. (Контрольна робота №2).

### Тема 7. Частотні характеристики лінійних кіл другого порядку.

Визначення частотних характеристик лінійних кіл другого порядку. Частотні спектри прямокутних імпульсів. Урахування часового зсуву.

### Тема 8. Магнітні кола.

Приклади розрахунку магнітних кіл.

## Теми лабораторних робіт

### Тема 1. Дослідження зв'язаних індуктивних котушок.

Експериментальне дослідження послідовного з'єднання двох котушок з індуктивним зв'язком при узгодженому та зустрічному включенні. Експериментальне дослідження повітряного трансформатора при різних режимах його роботи.

### Тема 2. Дослідження резонансу напруг.

Експериментальне дослідження явища резонансу напруг при послідовному з'єднанні котушки індуктивності, конденсатора і та резистора.

### Тема 3. Дослідження трифазного кола при з'єднанні навантаження «зіркою».

Експериментальне дослідження трифазного кола, що складається з трифазної лінії і споживача, з'єднаних «зіркою», без нейтрального проводу, у симетричному режимі та у двох аварійних режимах: при обриві та короткому замиканні фази.

### Тема 4. Дослідження перехідних процесів.

Експериментальне дослідження перехідних процесів у RC та RLC колах.

### Тема 5. Дослідження частотних властивостей найпростіших електричних кіл.

Експериментальне дослідження частотних властивостей найпростіших електричних кіл.

### Тема 6. Частотні електричні фільтри.

Експериментальне дослідження частотних електричних фільтрів.

### Тема 7. Дослідження нелінійних електричних кіл постійного струму.

Експериментальне дослідження нелінійних електричних кіл постійного струму.

### Тема 8. Дослідження трансформатора.

Експериментальне дослідження трансформатора.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання яке складається з двох частин («Розрахунок перехідних процесів операторним методом» та «Частотний аналіз процесів в електричних колах»). Результат обох розрахунків оформлюється у загальний письмовий звіт. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

1. Гумен М. Б. Основи теорії електричних кіл. У 3 кн. Кн. 1. Аналіз лінійних електричних кіл. Часова область: Підручник. / М. Б. Гумен, А. М. Гуржій, В. М. Співак; За ред. М. Б. Гумена. – Київ : Вища шк., 2003. – 339с.
2. Аналіз перехідних процесів в лінійних електричних колах [Електронний ресурс] : навч. посібник / Б. І. Кубрик [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2023. – 276 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/70294>
3. Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах із зосередженими та розподіленими параметрами : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. А. Курило, В. П. Грудська, Л. Ю. Спінул, М. А. Щерба ; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 289 с.
4. Маляр В. С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні поля : навч. посібник / В. С. Маляр. – Львів : Видавництво Львівської політехніки. 2012. – 312 с.
5. Основи теорії електронних кіл: підручник / Ю. Я. Бобало, Б. А. Мандзій, П. Г. Стахів, Л. Д. Писаренко, Ю. І. Якіменко ; за ред. Ю. Я. Бобала. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332с.
6. Основи теорії кіл: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.2 / Ю. О. Коваль, Л. В. Гринченко, І. О. Милютченко, О. І. Рибін / За заг. Редакцією В.М. Шокола та В.І. Правди. – Харків: Компанія СМІТ, 2008. – 560 с.
7. Теорія електричних та магнітних кіл : конспект лекцій. Розділ «Перехідні процеси в лінійних електричних колах із зосередженими параметрами» / Укладач А.В. Булашенко. Суми : Сумський державний університет. – 232 с.
8. Мількевич Є. О., Максютя Д. В., Карлов В. Д. Основи теорії кіл. Аналіз лінійних та нелінійних кіл в перехідному та усталеному режимі: Навчальний посібник. – Харків: ХУПС, 2005, Ч. 2. – 268 с.
9. Теоретичні основи електротехніки. Перехідні процеси в лінійних колах. Синтез лінійних кіл. Електричні та магнітні нелінійні кола : підручник / Ю. О. Карпов, Ю. Г. Ведміцький, В. В. Кухарчук, С. Ш. Каців, Вінниц. нац. техн. ун-т; За ред. Ю. О. Карпов.– Херсон : Олді-Плюс, 2014.– 455 с.
10. Поляков М.Г. Математичні основи теоретичної електротехніки : навч. посібн. : у 2-ох ч. / М. Г. Поляков, Л. Я. Фомичова, С. О. Сушко. – Дніпропетровськ : НГАУ, 2001, ч. 1, 210 с.
11. Теорія електричних і магнітних кіл [Електронний ресурс] : підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. – 2-ге вид., випр. та допов. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 246 с.
12. Арбузнікова Н. Ф., Калашніков А. Ю., Шкуліпа А. В. Часові та операторні методи аналізу електричних кіл: Навч. посібник з дисципліни «Теорія електричних кіл та сигналів». – Одеса: ВЦ ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2008. – Ч. 1 та 2. – 90 с.
13. Гумен М. Б. Основи теорії електричних кіл. У 3 кн. Кн. 2. Аналіз лінійних електричних кіл. Частотна область: Підручник. / М. Б. Гумен, А. М. Гуржій, В. М. Співак; За ред. М. Б. Гумена. – К. : Вища шк., 2004. – 358с.
14. Стрелковська І. В., Паскаленко В. М. Ряди Фур'є. Інтеграл Фур'є : навч. посіб. для фахівців у галузі зв'язку — Одеса , 2021. — 122 с.
15. Теорія електричних кіл та сигналів. Основи розрахунку електричних кіл : конспект лекцій / укладачі: О. М. Кобяков, І. Є. Бражник. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 168 с.
16. Основи теорії кіл, сигналів та процесів в системах технічного захисту інформації : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.1. / Ю.О. Коваль, І.О. Милютченко, А. М. Олейніков, В.М. Шокало та ін.; за заг. редакцією В.М. Шокала. – Харків : НТМТ , 2011. – 544 с.
17. Гумен М. Б. «Основи теорії процесів в інформаційних системах: підручник (у 2-х кн.). Кн.1. Аналіз детермінованих процесів» /М. Б. Гумен, В. М., Співак, С. К. Мещанінов, Г. Г. Власюк, Т. Ф. Гумен. – 2-е вид., зі змінами і доповн. – К: Кафедра, 2017. – 281 с.
18. Теорія сигналів. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Частина 3. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 125 «Кібербезпека», освітня програма «Системи технічного захисту інформації» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. М. Куш, Д. О. Прогонов, Смирнов В.П. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 31 с.
19. Мандзій Б. А. Основи теорії сигналів : навч. посібник / Б. А. Мандзій, П. І. Женьяк. – Львів : АДКР «Атлас», 2003. – 152 с.

20. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темою "Розрахунок перехідних процесів в лінійних електричних колах": з дисциплін "Теоретичні основи електротехніки", "Теорія електричних та магнітних кіл", "Теорія електромагнітних кіл", "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електромагнітних кіл" : для студентів спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка", 171 "Електроніка", 172 "Телекомунікації та радіотехніка" / уклад.: М. М. Резинкіна, Б. І. Кубрик, А. В. Гетьман, С. А. Литвиненко – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 56 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/53273>

21. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів за темою "Операторний метод при розрахунках перехідних процесів в лінійних електричних колах" з дисциплін "Теоретичні основи електротехніки", "Теорія електричних та магнітних кіл", "Теорія електромагнітних кіл", "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електричних кіл" [Електронний ресурс] : для студентів електротехн. та комп. спец. / уклад.: Б. І. Кубрик, С. А. Литвиненко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 32 с.

<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/57696>

22. Методичні вказівки до самостійної роботи за темою "Частотні характеристики лінійних електричних кіл" : з дисциплін "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електричних кіл", "Теорія електромагнітних кіл", "Основи електротехніки та електроніки" : для студентів спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 171 "Електроніка", 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка", 123 "Комп'ютерна інженерія" / уклад.: М. М. Резинкіна [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – 48 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49195>

22. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи № 4 за темою "Частотні спектри сигналів" : з дисциплін "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електромагнітних кіл" : для студентів спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка" / уклад.: М. М. Резинкіна, А. В. Гетьман, Б. І. Кубрик, С. А. Литвиненко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – 36 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49196>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (40%) та поточного оцінювання (60%).

Іспит: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 контрольні роботи та розрахунково-графічне завдання (по 20%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

### [Погодження]

Силабус погоджено

дата, підпис

Завідувач кафедри  
Іван КОСТЮКОВ

дата, підпис

Гарант ОП  
Сергій ПЛЕСНЕЦОВ