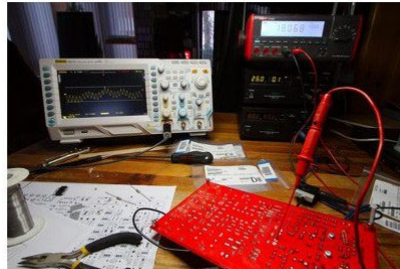




ПРОЦЕСИ В ЛІНІЙНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМАХ (ПО-03)



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i>
Спеціальність	<i>172 Електронні комунікації та радіотехніка</i>
Освітня програма	<i>Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 4 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>Загальна кількість: 4 кредити ЄКТС / 120 год. Лекційних занять: 36 год. Лабораторних занять: 18 год. Практичних занять: 18 год. Самостійна робота студентів (СРС): 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Модульні контрольні роботи, залік поточний контроль / захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>Лекції (один раз на тиждень починаючи з 1-го тижня Лабораторні роботи (один раз на два тижні бажано після лекції)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., ст.викл. Булашенко А.В. Лабораторні роботи: к.т.н., ст.викл. Булашенко А.В. Практичні заняття: к.т.н., ст.викл. Булашенко А.В.</i>
Розміщення курсу	<i>Курс розміщено на платформі дистанційного навчання "Сікорський": https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=678</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Процеси в лінійних електронних схемах» (ПЛЕС) є логічним продовженням дисципліни «Основи теорії кіл» (ОТК), є дисципліною професійно-орієнтованого циклу підготовки фахівців спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка». Цей курс є фундаментом підготовки радіоінженера, тісно пов'язаний з багатьма іншими курсами. Кредитний модуль «Процеси в лінійних електронних схемах» разом із теорією кіл забезпечують вивчення всіх без винятку дисциплін радіотехнічного профілю, що викладаються пізніше. Метою кредитного модулю є формування у студентів здатностей:

- виконувати розрахунки електричних та електронних кіл, коли задаючи джерела (струму або напруги) являються будь-якими функціями часу, грамотно складати математичні моделі і використовувати для їх обробки засоби обчислювальної техніки;
- оцінювати очікуємі результати дослідження кіл в стаціонарних режимах та при довільній дії;
- розраховувати основні параметри різних типів електронних кіл в операторній, частотній та часовій областях, виконувати аналіз цих кіл з широким застосуванням апарату схемних функцій;
- виконувати задачі синтезу лінійних кіл по заданих характеристиках при наявності певної елементної бази (двополюсники, гіратори, біцистори, фільтри з апроксимацією по Батерворту, Чебишову, тощо);

Засвоєння навчальної дисципліни ПЛЕС дає студентам:

знання:

- основних фізичних процесів в колах змінного струму, грамотне застосування схем заміщення, їх математичне моделювання;
- основних властивостей електронних кіл та їх елементів при постійному та змінному струмах;
- методів розрахунків електронних кіл (традиційних та сучасних);
- вивчення методики та одержання навичок модельного дослідження характеристик функціональних елементів електронних пристроїв.

уміння:

- розраховувати режими електронних кіл на постійному, гармонічному, та будь-якому струмі в лінійних колах з зосередженими параметрами;
- широко застосовувати нароблені досвідом попередників інженерні розрахунки та оцінки;
- експериментального досліджувати характеристики основних радіоелектронних кіл та давати їм теоретичне обґрунтування;
- грамотно підбирати номінали параметрів елементів кола для отримання потрібних характеристик.

досвід:

- виконання розрахунків електронних кіл з широким залученням ПЕОМ;
- модельного дослідження характеристик радіоелектронних кіл.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності (ФК)

ФК 4 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК 23 Здатність розраховувати режими електронних кіл на постійному, гармонічному, та будь-якому струмі в лінійних колах з зосередженими параметрами; експериментально досліджувати характеристики основних радіоелектронних кіл та давати їм теоретичне обґрунтування.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН 08 Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.

ПРН 25 Виконувати розрахунок перехідних процесів в електронних колах з зосередженими параметрами, застосовувати апарат схемних функцій для дослідження частотних та часових характеристик радіоелектронних схем.

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

Вивчення навчальної дисципліни ПЛЕС ґрунтується на компетенціях, набутих під час вивчення наступних навчальних дисциплін: «Вища математика», «Загальна фізика» (розділ «Електрика та магнетизм»), та в першу чергу, «Основи теорії кіл». Кредитний модуль «Процеси в лінійних електронних схемах» разом із теорією кіл забезпечують вивчення всіх без винятку дисциплін радіотехнічного профілю, що викладаються пізніше

Необхідними є знання та навички в користуванні:

1. Текстових редакторів для поліграфічного оформлення розрахунків.
2. Використання MathCAD для технічних розрахунків і графічного подання їх результатів.
3. Пошук функціональних елементів за допомогою пошукової системи Google або подібних.
4. Англійська мова технічного спрямування (для використання англомовного програмного забезпечення).

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
Розділ 1. Апарат СФ в лінійних схемах					
Тема 1.1. Методи та алгоритми формування СФ	10	4	2		4
Тема 1.2. Аналіз ЧТП за допомогою СФ	18	4	2	8	4
МКР за розділом 1	1				1
Разом за розділом 1	29	8	4	8	9
Розділ 2. Процеси в лінійних схемах першого та другого порядку					
Тема 2.1 Розрахунок схем операторним та часовим методами	8	2	2		4
Тема 2.2. Перехідні процеси в лінійних схемах першого та другого порядку	14	8	2		4
МКР за розділом 2	1				1
Разом за розділом 2	23	10	4		9
Розділ 3. Елементи спектрального аналізу.					

Тема 3.1. Спектральний аналіз простих сигналів	12	2	1	6	3
Тема 3.2. Проходження гармонічних періодичних сигналів через лінійні кола	7	2	1		4
МКР за розділом 3	1				1
Разом за розділом 3	20	4	2	6	8
Розділ 4. Процеси в зв'язаних контурах					
Тема 4.1. Зв'язані коливальні контури	22	8	4	4	6
МКР за розділом 4	1				1
Разом за розділом 4	23	8	4	4	7
Розділ 5. Елементи синтезу лінійних аналогових кіл.					
Тема 5.1. Синтез двополюсників	7	2	2		3
Тема 5.2. Елементна база для синтезу активних кіл	6	2	1		3
Тема 5.3. Апроксимація ЧХ	7	2	1		4
МКР з розділу 5	1				1
Разом за розділом 5	21	6	4		11
Залік	4				4
Всього годин	120	36	18	18	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова рекомендована література

1. Процеси в лінійних електронних схемах. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко, М.І. Ястребов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 3.88 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 157 с.
2. Основи теорії кіл : підручник для студентів вищих навчальних закладів Ч2 / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін. Компанія СМІТ, 2008. – 560 с.
3. Процеси в лінійних електронних схемах. Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 3.1 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 132 с.
4. Процеси в лінійних електронних схемах. Лабораторний практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко, М.Ф. Мхейян, М.І. Ястребов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 1.5 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 40с.
5. Процеси в лінійних електронних схемах. Розрахунок схем за допомогою апарату схемних функцій. Практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 2.09 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 66с.
6. Процеси в лінійних електронних схемах. Розрахунок перехідних процесів у схемах першого та другого порядку. Практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 2.108 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 75с.
7. Процеси в лінійних електронних схемах. Основи спектрального аналізу. Практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 1.939 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 54с.
8. Процеси в лінійних електронних схемах. Розрахунок зв'язаних контурів. Практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 1.31 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 42с.
9. Процеси в лінійних електронних схемах. Елементи синтезу. Практикум. [Електронний

ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / А. В. Булашенко, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 2.06 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 60 с.

10. Основи теорії та комп'ютерне моделювання електронних кіл: навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / В. Д. Сташук, А.В. Булашенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – [Електронні текстові дані \(1 файл 6.58 Мбайт\)](#). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 400 с.

Допоміжна рекомендована література

1. Теоретичні основи електротехніки: підручник: у 3 т. / за заг. ред. І. М. Чиженка, В. С. Бойко. - К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. - Т. 2.: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола. –224с.
2. 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. Качив ; за ред. проф. Ю. О. Карпова. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 530 с. [https://iq.vntu.edu.ua/fdb/671/Books/ТОЕ_II_\(1\).pdf](https://iq.vntu.edu.ua/fdb/671/Books/ТОЕ_II_(1).pdf).
3. Основи теорії електронних кіл: Підручник (друге видання: доопрацьоване і доповнене) / Ю.Я. Бобало, Б.А. Мандзій, П.Г. Стахів, Л.Д. Писаренко, Ю.І.Якименко; За ред. проф. Ю.І. Якименка. – Київ: Видавництво Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, 2011. – 332 с. ISBN 978-966-622-481-4 <https://ipnu.ua/sites/default/files/2015/6/10/news/9653/tytlzmist.pdf>
4. Форкун Я. Б., Глебов М.Л.. Конспект лекцій з курсу «Теорія електричних та магнітних кіл» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології) / – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, – 2017. – 124 с.
5. Основи теорії кіл : підручник для студентів вищих навчальних закладів Ч1 / Ю.О. Коваль, ЛВ. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін. Компанія СМІТ, 2008,- 432.
6. Основи теорії кіл : підручник для студентів вищих навчальних закладів Ч2 / Ю.О. Коваль, ЛВ. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін. Компанія СМІТ, 2008,- 560 с

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

Лекційні заняття проводяться згідно посібнику [1].

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Розділ 1. Апарат СФ для лінійних схем.
	Тема 1.1. Методи та алгоритми формування СФ.
1	Методи та алгоритми формування схемних функцій. Поняття операторної схемної функції (СФ), види СФ та їх застосування. Знаходження СФ по Y та Z матриці.
2	Частотні характеристики схемних функцій. Поняття про карту нулів та полюсів. Побудова частотних характеристик за картою нулів та полюсів
3	Критерії стійкості схемних функцій. Частотний критерій Михайлова. Метод Рауса-Гурвіца. Метод Гурвіца. Критерій Рауса.
	Тема 1.2. Аналіз чотириполюсників за допомогою схемних функцій
4	Система параметрів чотириполюсників та схеми їх заміщення.
5	Визначення параметрів чотириполюсника та зворотний зв'язок. Визначення параметрів чотириполюсника за матрицею провідностей. Розкладання визначника за параметром. Зворотний зв'язок у ЧТП та його види. Схема із послідовним зворотним зв'язком за напругою.
	Розділ 2. Процеси в лінійних схемах першого та другого порядку
	Тема 2.1. Розрахунок складних схем операторним та часовим методами

6	Поняття про перехідні процеси, закони комутації та наслідки. Основні положення аналізу кіл операторним методом. Деякі властивості перетворення Лапласа. Операторні схеми заміщення опору, індуктивності та ємності. Теорема розкладання для комплексних та кратних коренів. Часові характеристики кіл, їх зв'язок.
	Тема 2.2. Перехідні процеси в лінійних схемах першого та другого порядку
7	Перехідні процеси у послідовних RL- та RC-колах. Перехідні процесі в RL-колі та RC-колі (включення під постійну та гармонічну напругу, вимкнення). Стала часу кола.
8	Перехідні процесі в послідовному RCL - колі. Вільний розряд ємності в коливальному контурі (для різних добротностей). Граничний аперіодичний розряд ємності. Коливальний розряд ємності.
9	Перехідні процеси в RLC- колах. Ввімкнення контуру під постійну та гармонічну напругу.
	Розділ 3. Елементи спектрального аналізу
	Тема 3.1. Спектральний аналіз простих сигналів
10	Ряд Фур'є. Тригонометрична та комплексні форми запису. Розподіл потужностей в спектрі. Перехід до спектру неперіодичного сигналу. Обернене та пряме перетворення Фур'є. Функція спектральної густини - ФСГ. Властивості ФСГ, теореми про спектри. Спектр прямокутного імпульсу. Розподіл енергії в спектрі (ширина спектру).
	Тема 3.2. Проходження гармонічних періодичних сигналів через лінійні кола.
11	Знаходження реакції на довільну дію спектральним методом. (Розглянути випадки : проходження без спотворень, <i>дуже</i> короткий імпульс, кола, що інтегрують та диференціюють). Спектри деяких функцій, які не є абсолютно інтегрованими
	Розділ 4. Процеси у зв'язаних контурах
	Тема 4.1. Зв'язані коливальні контури
12	Види зв'язаних контурів, її коефіцієнт зв'язку. Узагальнена двоконтурна схема: різні співвідношення для струмів, приведення схеми до 1-го та 2-го контуру, внесені опори. Настроювання зв'язаних контурів у резонанс.
13	Частотні характеристики зв'язаних контурів. Графічний аналіз. Матаналіз ЧХ: визначення резонансних частот, дослідження АЧХ струму I_2 коли добротності різні
14	Смуга пропускання зв'язаних контурів. Визначення смуги пропускання в залежності від фактору зв'язку.
	Розділ 5. Елементи синтезу лінійних аналогових кіл
15	Задачі та етапи синтезу. Синтез пасивних двополосників: властивості вхідних функцій, додатна дійсна функція Бруне, поліноми Гурвиця. Синтез за Фостером $Z_{вх}$ та $Y_{вх}$.
16	Синтез за Кауером за функцією вхідного опору та вхідної провідності (різні способи ділення поліномів).
17	Елементна база для синтезу активних кіл: операційні підсилювачі, гіратори, біцистори та їхня реалізація.
18	Апроксимація частотних характеристик коефіцієнта передачі за Батервортом та Чебишовим

5. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять є практичне засвоєння методів розв'язання основних завдань аналізу радіоелектронних пристроїв на конкретних прикладах, практичне закріплення теоретичного матеріалу та впровадження знань в науково-дослідну роботу, грамотне застосування засобів обчислювальної техніки. На практичних заняттях розв'язуються задачі згідно збірника задач [3]. Вибір аудиторних та домашніх задач пропонується обрати з переліку поданих у таблиці по кожній із тематик, але їх кількість може бути змінена викладачем, що проводить практичні заняття. Приклади розв'язаних задач представлені у посібниках [5] - [9].

Номер заняття	Тема заняття та задачі до розв'язку
1	Апарат схемних функцій для лінійних схем (deadline задачі – Практика 2)
	Аудиторні: 1.1(а), 1.2(а), 1.4(а), 1.6(а), 1.7(а), 1.9(а), 1.13(а), 1.15(а), 1.18(а), 1.20(а)
	Домашні: 1.2(б), 1.3(а), 1.4(б), 1.6(б), 1.7(б), 1.8(а), 1.9(б), 1.12(а), 1.13(б), 1.15 (б), 1.18(б), 1.19(б), 1.20(б), 1.21(б); Додаткові: 1.1(б), 1.3(б), 1.6(в,г), 1.8(б), 1.12(б), 1.16(а, б), 1.18(в), 1.19(в,г), 1.20(в,г).

2	Розрахунок чотириполюсників складних схем (deadline здачі – Практика 3)
	Аудиторні: 1.22, 1.23(а), 1.24(а), 1.27(а), 1.29(а), 1.30(а), 1.31(а), 1.32, 1.36(а), 1.41;
	Домашні: 1.23(б), 1.24(б), 1.25(а), 1.27(б), 1.28(а), 1.29(б), 1.30(б), 1.31(б), 1.36(б), 1.38;
	Додаткові: 1.25(б), 1.28(б), 1.29(в,г), 1.32(в), 1.33, 1.37(а,б), 1.44.
¹ МКР-1	Апарат схемних функцій в лінійних схемах (deadline написання – після Практики 3)
3	Розрахунок складних схем операторним та часовим методами (deadline здачі – Практика 4)
	Аудиторні: 2.1(а), 2.2(а), 2.4(а), 2.5(б), 2.6(а), 2.7(а), 2.8(а), 2.10(а);
	Домашні: 2.1(б), 2.2(б), 2.4(б), 2.5(в), 2.6(б), 2.7(б), 2.8(б), 2.9, 2.10(б), 2.12;
	Додаткові: 2.2(в, г), 2.3(а,б), 2.4(а), 2.5(а), 2.6(в,г), 2.11.
4	Розрахунок кіл із комутаціями класичним методом (deadline здачі – Практика 5)
	Аудиторні: 2.13(а), 2.14(а), 2.17, 2.19, 2.20(а), 2.22(а), 2.23(а), 2.27;
	Домашні: 2.13(б), 2.14(б), 2.15(а), 2.16(в), 2.18(в), 2.20(г), 2.22(б), 2.23(б), 2.26, 2.36;
	Додаткові: 2.15(б,г), 2.16(г), 2.18(г), 2.20(д, ж), 2.22(в, г), 2.30, 2.34.
¹ МКР-2	Процеси в схемах першого та другого порядку (deadline написання – після Практики 5)
5	Основи спектрального аналізу (deadline здачі – Практика 6)
	Аудиторні: 3.1(а), 3.2(б), 3.6(а,б), 3.7(а), 3.10, 3.11(а), 3.12(а), 3.14(а), 3.15(а), 3.20(а);
	Домашні: 3.1(б), 3.2(а), 3.3(б), 3.7(б), 3.11(б), 3.12(б), 3.14(б), 3.15(б), 3.19, 3.20(б);
	Додаткові: 3.3.(а,г), 3.5, 3.8(а, б), 3.9 (а, б), 3.12 (в,д), 3.14(в,г), 3.16, 3.18, 3.21.
¹ МКР-3	Елементи спектрального аналізу (deadline написання – після Практики 6)
6	Розрахунок контурів із магнітними зв'язками (deadline здачі – Практика 7)
	Аудиторні: 4.1, 4.2(б), 4.3(а), 4.4, 4.6(а), 4.7(а), 4.8(а);
	Домашні: 4.2(а,в), 4.3(б), 4.5, 4.6(б), 4.7(б), 4.8(б);
	Додаткові: 4.2(г).
7	Розрахунок зв'язаних контурів (deadline здачі – Практика 8)
	Аудиторні: 4.9(а), 4.10(а), 4.12(а), 4.13(в), 4.14(а), 4.15(а), 4.16, 4.19;
	Домашні: 4.9(б), 4.10(б), 4.11, 4.12(б), 4.13(а,б), 4.14(б), 4.15(б), 4.17, 4.18(а);
	Додаткові: 4.18(б).
¹ МКР-4	Процеси в зв'язаних контурах (deadline написання – після Практики 8)
8	Синтез пасивних двополюсників за Фостером та Кауером та апроксимація частотних характеристик коефіцієнта передачі за Баттервортом та Чебишевим (deadline здачі – Практика 9)
	Аудиторні: 5.1(а,б), 5.2(а), 5.3(а), 5.5(а,в), 5.6(а), 5.7(а), 5.8(а); 5.10, 5.12, 5.14, 5.16;
	Домашні: 5.1(в,г), 5.2(б), 5.3(б), 5.5(б,г), 5.6(б), 5.7(б), 5.8(б), 5.11, 5.13, 5.15;
	Додаткові: 5.2(в), 5.4(а,б), 5.7(в), 5.17.
9	Синтез активних двополюсників (deadline здачі – після Практики 9)
	Аудиторні: 5.19(а), 5.20(а), 5.21(а), 5.22, 5.24(а), 5.25(а), 5.26(а), 5.27(а);
	Домашні: 5.19(б), 5.20(б), 5.21(б), 5.23, 5.25(б), 5.26(б), 5.27(б).
¹ МКР-5	Основи синтезу (deadline здачі – після Практики 9)

5. Семінарські заняття

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Основні завдання циклу лабораторних занять є практичне застосування набутих знань та надбання навиків самостійної роботи з обладнанням.

Лабораторні роботи виконуються згідно із навчальним посібником до лабораторних робіт [4].

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Прохідні чотириполюсника	4
2	Частотні характеристики схемних функцій	4
3	Зв'язані коливальні контури.	4
4	Лінійне вибірне коло при періодичній негармонічній дії.	6
	Всього годин	18

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включення опрацювання на СРС матеріалів лекцій та виконання домашніх завдань на практичних заняттях.

З метою кращого засвоєння матеріалу курсу заплановано виконання домашньої контрольної роботи (ДКР). Для підготовки до виконання ДКР слід скористатися рекомендованою літературою, конспектом лекцій, та посібником до виконання ДКР. Індивідуальне завдання на роботу надає викладач практичних занять, який також встановлює граничні строки для її здачі. В ДКР виконується:

1. Розрахунок схеми у частотній області;
2. Розрахунок схеми у часовій області;
3. Спектральний аналіз.

Питання, що виносяться на самостійне опрацювання наведені у таблиці.

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Розділ 1. Апарат схемних функцій в лінійних схемах Література: [3], [6].	9
	Види зворотного зв'язку	4
	Методи стійкості схемних функцій: метод Рауса-Гурвіца, метод Гурвіца, метод Рауса	4
	Підготовка до МКР	1
2	Розділ 2. Процеси в лінійних схемах першого та другого порядку Література: [3], [6] .	9
	Ввімкнення RC-кола під гармонічну напругу	4
	Ввімкнення коливального контуру під гармонічну напругу	4
	Підготовка до МКР	1
3	Розділ 3. Елементи спектрального аналізу Література: Електронний конспект.	8
	Розподіл енергії у спектрі неперіодичних негармонічних сигналів	3
	Основні властивості перетворення Фур'є. Диференціюючі та інтегруючі кола	4
	Підготовка до МКР	1
4	Розділ 4. Процеси в зв'язаних контурах.	7
	Визначення резонансних та оптимальних частот	2
	Частотні характеристики зв'язаних контурів із трансформаторним зв'язком	2
	Визначення смуги пропускання системи зв'язаних контурів	2
	Підготовка до МКР	1
5	Розділ 5. Елементи синтезу аналогових кіл	11
	Апроксимація АЧХ за Чебишевим	3
	Елементна база синтезу на ОП. Коефіцієнти передачі ОП. Інтегруючі та диференціюючі кола на основі ОП	3
	Схеми заміщення гіраторів та біцисторів	4
	Підготовка до МКР	1

	Всього годин	44
6	Підготовка до іспиту	4
	Всього годин	48

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення кредитного модулю потребує детального розгляду достатньо складних процесів, що відбуваються у електронних схемах. Успішне засвоєння матеріалу можливе лише за умови повсякденної праці студента, що складається: з ведення конспекту лекцій; вивчення змісту конспекту напередодні наступної лекції; детального ознайомлення із змістом методичних вказівок до лабораторного практикуму; ретельного виконання лабораторних робіт і одержання висновків з них, що не входять у протиріччя з теоретичними положеннями; розв'язання розрахункових завдань під час підготовки до контрольних заходів.

Відвідування занять

Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять — згідно Положенню про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського. Мінімум раз на два тижні викладач проводить консультації з різних питань кредитного модулю. На консультаціях викладач може надавати допомогу з вивчення матеріалу занять, які були з тих чи інших причин пропущені студентами і мають опанувати їх самостійно.

У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання домашніх завдань та домашніх контрольних робіт.

Оголошення результатів контрольних заходів

Захист виконаного розділу ДКР проходить у формі співбесіди з викладачем. Під час захисту студент зобов'язаний вміти пояснити отримані результати та відповісти на головні теоретичні питання за темами розділів. Результати захисту оголошуються студенту у його присутності або в дистанційній формі спілкування та супроводжуються певними коментарями та зауваженнями стосовно помилок (дистанційна форма спілкування в системі Zoom, Telegram з відео та звуком).

Результати за виконане домашнє завдання та виставляються по закінченню її виконання та захисту, не пізніше наступного заняття.

Пропущені контрольні заходи

Результат для студента, який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. При пропуску контрольного заходу з поважної причини студенту надається можливість виконати його (написання модульної контрольної роботи) в присутності викладача. Якщо пропуск стався без поважної причини, то питання її відпрацювання вирішується з викладачем при погодженні з керівництвом кафедри. Пропущений залік не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився», якщо має право допуску до заліку, то повинен скласти залік на додатковій сесії.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студент має можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студент має право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджується відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

1. Виконання домашнього завдання до практичних занять;
2. Виконання МКР (модульна контрольна робота) згідно тематики практичних занять ;
3. Виконання 4-х лабораторних робіт;
4. Виконання загального тесту за лекційними темами

Система рейтингових балів

1. Виконання домашнього завдання до практичних занять
 - «відмінно», повний розв'язок з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
 - «добре», вірний розв'язок з незначними неточностями – 4-4.9 балів
 - «задовільно», неповна відповідь, хід розв'язку вірний (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3-3.9 балів
 - «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів

Максимальна сума балів за всі 5 МКР – **25 балів**

2. Виконання МКР з кожної теми

- «відмінно», повний розв'язок з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре», вірний розв'язок з незначними неточностями – 4-4.9 балів
- «задовільно», неповна відповідь, хід розв'язку вірний (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3-3.9 балів
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів

Максимальна сума балів за всі 5 МКР – **25 балів**

Максимальна кількість балів з кожної теми – 5 балів, максимальна кількість балів за всі заняття – **25 балів**

3. Виконання лабораторних робіт

- виконання ЛР та оформлення звіту відповідно до вимог – 1 бал;
- повна відповідь на захисті ЛР (не менше 100%-95% потрібної інформації) під час виконання ЛР або на наступному лабораторному занятті – 5 бали;

- повна відповідь на захисті ЛР (не менше 87%-75% потрібної інформації) під час виконання ЛР або на наступному лабораторному занятті – 4.9-4.0 бали;
- не повна відповідь на захисті ЛР (не менше 60% потрібної інформації) – 3.9-3.0 бали;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість балів за кожен роботу – 5 балів, загальна максимальна кількість балів за всі роботи – **20 балів**.

4. Виконання Загального тесту за матеріалами курсу

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 28.5 -30 балів;
- «добре», повна відповідь з незначними неточностями – 22.5-28.49 балів
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 18-22.49 балів
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 3 бали) – 0 балів.

Максимальна сума балів за тест – **30 балів**

5. Заохочувальні бали

Максимально **30 балів** – за своєчасне, повне та правильне виконання всіх видів завдань з кожної теми нараховується бали за тест автоматично (кількість таких студентів у групі не має перевищувати 10%).

Максимально **30 балів** – за зайняті призових місць (перше, друге, третє) на Олімпіадах з дисципліни. Цими балами можна замінити 1-й або 2-й пункт.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент має одержати не менше ніж $R_{\text{сем}}=20$ балів.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент має одержати не менше ніж $R_{\text{сем}}=40$ балів.

Максимальна сума балів складає $R_{\text{сем}}=100$. Необхідною умовою допуску до заліку є відпрацювання та захист лабораторних робіт. Для отримання допуску до заліку з кредитного модуля потрібно мати рейтинг не менше 20 балів, а також відпрацьовані всі лабораторні роботи та приймати активну участь у аудиторних заняттях. Для отримання оцінки «автоматом» необхідно мати рейтинг не менше 60 балів, а також відпрацювати всі лабораторні роботи та активне відвідування аудиторних занять.

Наприкінці семестру всі студенти, що мають допуск, складають заліку. При цьому до стартових балів $R_{\text{ст}}$ ($R_{\text{ст}}=0.5 \cdot R_{\text{сем}}$, $R_{\text{ст.max}}=50$ балів) додаються бали за залік $R_{\text{зал}}$ і ця рейтингова оцінка $R_{\text{д}}$ ($R_{\text{д}}=R_{\text{ст}}+R_{\text{зал}}$) є остаточною.

Залікове завдання складається з трьох питань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендацій до засвоєння кредитного модуля. Додаткове питання з тем практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного практичного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на 4 бали.

Кожне питання залікової роботи ($R_{\text{зал}}=R_{1\text{т}}+R_{2\text{т}}+R_{3\text{т}}$) оцінюється таким чином: $R_{1\text{т}}=20$, $R_{2\text{т}}=10$, $R_{3\text{т}}=20$ балів відповідно до системи оцінювання.

Розподіл балів:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) або правильний розв'язок практичного завдання із поясненнями –20-18 (10-9.5) балів;

- «добре», повна відповідь (від 75 до 95%) або правильний розв'язок із незначними неточностями – 15-18 (7.5-9.4);
- «задовільно», неповна відповідь або хід розв'язку вірний (не менше 60%), що може містити деякі помилки – 12-15 (6-7.4);
- «незадовільно», незадовільна відповідь, неправильний розв'язок – 0 балів.

Сума балів за кожне з трьох запитань екзаменаційної роботи $R_{\text{Зал}}$ та $R_{\text{ст}}$ переводиться до рейтингової оцінки з дисципліни $R_{\text{д}}$ згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання для підготовки до іспиту з дисципліни «Процеси в лінійних електронних схемах»

1. Одержання схемних функцій за матрицею опорів та провідностей. Види схемних функцій.
2. Схеми заміщення чотириполюсників та їх еквівалентність (Z -параметри, Y -параметри, h -параметри, A -параметри).
3. Поняття про зворотний зв'язок чотириполюсників. Види зв'язку.
4. Поняття про карту нулів та полюсів. Побудова частотних характеристик за картою нулів та полюсів.
5. Поняття про стійкість схемних функцій. Критерії стійкості схемних функцій.
6. Поняття про комутації та перехідний процес. Закони комутації, їх доведення та наслідки з них.
7. Перетворення Лапласа та його основні властивості.
8. Операторні схеми заміщення реактивних елементів та їх перетворення. Закони Ома та Кірхгофа у операторній формі.
9. Знаходження оригіналу. Теорема розкладання та особливості її використання для різних типів коренів.
10. Перетворення Лапласа та приклади зображення функцій за Лапласом із доведенням.
11. Часовий метод аналізу кіл: поняття про імпульсну та перехідну характеристику, зв'язок між часовими характеристиками. Згортка двох функцій. Знаходження напруги на виході через інтеграл Дюамеля. Різні форми запису інтегралу.
12. Класичний метод аналізу перехідних процесів. Загальна методика розрахунку кіл класичним методом на прикладі послідовного контуру, вільний та вимушений режими.
13. Комутації при скачкоподібній зміні струму.
14. Включення RL -кола під постійну та гармонічну напругу.
15. Включення RC -кола під постійну та гармонічну напругу.
16. Перехідні процеси у послідовному контурі: аперіодичний, граничний та коливальний режими. Ввімкнення контуру під постійну та гармонічну напругу.
17. Спектральний аналіз періодичних негармонічних сигналів: різні форми подання ряду Фур'є. Поняття про спектральну діаграму.
18. Розподіл потужності у спектрі періодичного негармонічного сигналів. Поняття про спектр потужностей та технічну ширину спектру.
19. Спектральний аналіз не періодичних не гармонічних сигналів. Пряме та обернене

- перетворення Фур'є. Функція спектральної густини та її властивості.
20. Розподіл енергії у спектрі не періодичних не гармонічних сигналів. Різні форми запису оберненого перетворення Фур'є.
 21. Основні властивості перетворення Фур'є.
 22. Визначення функції спектральної густини прямокутного та трикутного симетричних імпульсів.
 23. Знаходження реакції на довільну дію спектральним методом.
 24. Інтегруючі та диференціюючі кола.
 25. Поняття про зв'язані контури. Основні схеми зв'язаних контурів та їх коефіцієнтів включення.
 26. Узагальнена двоконтурна схема системи зв'язаних контурів із трансформаторним магнітним зв'язком.
 27. Настроювання зв'язаних контурів. Види резонансів: перший та другий частковий та складні, індивідуальний та повний.
 28. Частотні характеристики зв'язаних контурів.
 29. Визначення резонансних та оптимальних частот.
 30. Смуга пропускання зв'язаних контурів .
 31. Поняття про синтез електронних схем. Етапи розв'язання задачі синтезу.
 32. Властивості пасивних двополіусників. Додатна дійсна функція Бруне.
 33. Синтез пасивних двополіусників вхідного опору та провідності за Фостером.
 34. Синтез пасивних двополіусників за Кауером.
 35. Апроксимація АЧХ коефіцієнта передачі за Батервортом та Чебишевим.
 36. Синтез активних аналогових кіл: визначення вхідного опору та коефіцієнта передачі типових схем зібраних на операційних підсилювачах.
 37. Інтегруючі та диференціюючі кола на основі операційних підсилювачів.
 38. Гіратори та біцистори та їх схеми заміщення.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторні роботи виконуються в спеціалізованому навчальному класі **324-17**. Організовано 8 робочих місць з вимірювальними пристроями (генераторами, осцилографами, електронними вольтметрами). В цілому, лабораторний практикум розрахований на 18 годин, що розподіляються на 4 лабораторні роботи.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Булашенко А. В.](#);

Ухвалено кафедрою РІ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)