



# [RE-248] ДИЗАЙН ЦИФРОВИХ ТА АНАЛОГОВИХ СХЕМ. ЧАСТИНА 1



## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б ІТР - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 49229)172Б ІТР+ - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 57907)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. 48 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Лащевська Н. О.</a> , Практ.: <a href="#">Кирпатенко І. М.</a> , Лаб.: <a href="#">Кирпатенко І. М.</a> , СРС.: <a href="#">Лащевська Н. О.</a>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6109">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6109</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

В курсі дисципліни Дизайн цифрових та аналогових схем. Частина 1 вивчаються основи понять про операційні підсилювачі, їх внутрішню схемотехніку, характеристики, а також різні області застосування операційних підсилювачів, починаючи від елементарних схем інвертуючих та неінвертуючих підсилювачів та суматорів та до різноманітних активних

фільтрів. Під час курсу здобувачі будуть вивчати практичні методи розрахунку як операційних підсилювачів, так і схем виконаних на ОП. На сьогоднішній день ОП досить широко використовується для побудови різних схемотехнічних рішень для перетворення радіосигналів сигналів.

Метою вивчення навчальної дисципліни є застосування операційних підсилювачів в схемотехнічних рішеннях, що використовуються при побудові радіоелектронних апаратів та систем (основна задача це вибір відповідного типу ОП).

Завдання навчальної дисципліни: навчити студента оптимально вибирати схемотехнічні рішення для побудови радіоелектронних апаратів та систем розбиратися в типах ОП, їх функціональних та структурних особливостях.

А також мета дисципліни сформувані у студентів наступні загальні компетентності (ЗК):

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетенції (ФК):

ФК 01. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.

ФК 03. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

ФК 04. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ФК 16. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні вузлів телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем

ФК 20. Здатність обирати методи та засоби обробки інформації із застосуванням інтелектуальних технологій

ФК 25. Здатність обґрунтовано вибирати САПР для виконання аналізу, розрахунку, оптимізації вихідних характеристик математичних та схемних моделей аналогових та цифрових пристроїв в залежності від діапазону частот з урахуванням факторів зовнішнього впливу, використовувати інформаційні ресурси Internet для отримання математичних та конструкторських моделей радіокомпонент від виробників виходячи від оцінки особливостей передачі інформації в радіомережах.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 01. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.

ПРН 02. Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.

ПРН 05. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних.

ПРН 07. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН 09. Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН 10. Спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію державною мовою та однією з поширених європейських мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською).

ПРН 11. Застосовувати міжособистісні навички для взаємодії з іншими людьми та залучення їх до командної роботи.

ПРН 13. Застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ПРН 16. Застосування розуміння основ метрології та стандартизації у галузі телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

ПРН 17. Розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

ПРН 18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.

ПРН 19. Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.

ПРН 22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.

ПРН 23. Обирати і застосовувати технічні рішення та проводити необхідні розрахунки для реалізації методів цифрового та аналогового оброблення сигналів.

ПРН 24. Реалізовувати методи цифрового оброблення сигналів на програмному та апаратному рівнях.

ПРН 29. Обирати конфігурацію, структуру, основні складові вузли та елементи радіоелектронної апаратури в залежності від її призначення.

ПРН 31. Застосовувати основи конструювання радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем та новітню компонентну базу, матеріали при проектуванні радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем.

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

Вища математика, Вступ до спеціальності, Основи метрології, Основи теорії кіл, Схемотехніка. Частина 1. Електронні компоненти, Схемотехніка. Частина 2. Аналогова схемотехніка.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема №1: Схемотехніка операційних підсилювачів. Параметри реальних ОП, їх класифікація.

Тема №2: Лінійна схемотехніка на ОП.

Тема №3: Шумові характеристики ОП. Проектування малошумних схем.

Тема №4: Фільтри на ОП.

Тема №5: Нелінійні пристрої на ОП.

Тема №6: Особливості конструювання схем на реальних ОП.

Тема №7: Лінійні джерела живлення опорної напруги.

Тема №8: Імпульсні стабілізатори напруги та струму.

Тема №9: Мережеві імпульсні перетворювачі напруги малої потужності.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

1. U. Tietze, Ch. Schenk The semiconductor circuit design (set of 2 books). Volume 1., Book on Demand Ltd., 2018. – 830 p.
2. B. Carter, R. Mancini Op Amps for Everyone 5th Edition ., Newnes; 5th edition, 2017. – 484 p.
3. P. Horowitz, W. Hill The Art of Electronics 3rd Edition., Cambridge University Press; 3rd edition, 2015. – 1020 p.
4. Сєдов С.О. Аналогове оброблення сигналів. Схемотехніка. Розрахунки: підручник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 298 с.
5. Сєдов С.О. Оброблення сигналів на базі операційних підсилювачів. Схемотехніка. Розрахунки: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 132 с.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Лекція №1: Внутрішня схемотехніка ОП

Лекція №2: Класифікація ОП. Параметри реальних ОП

Лекція №3: Інвертуючий підсилювач. Неінвертуючий підсилювач

Лекція №4: Диференціальний підсилювач. Суматор

Лекція №5: Шумові характеристики ОП. Типи шумів.

Лекція №6: Шуми операційних підсилювачів

Лекція №7: Проектування малозшумних схем

Лекція №8: Основи фільтрів нижніх частот

Лекція №9: Конструювання фільтрів нижніх частот

Лекція №10: Розробка фільтрів верхніх частот

Лекція №11: Розробка смугових фільтрів

Лекція №12: Логарифмічні, антилогарифмічні схеми, помножувачі, на ОП.

Лекція №13: Компаратори на ОП

Лекція №14: Особливості конструювання схем на реальних ОП. Динамічний діапазон. Співвідношення сигнал/шум.

Лекція №15: Конструювання параметричних, компенсаційних стабілізаторів на ОП

Лекція №16: Інтегральна схемотехніка стабілізаторів напруги та струму

Лекція №17: Імпульсні стабілізатори напруги та струму

Лекція №18: Мережеві імпульсні перетворювачі напруги малої потужності

Практичне заняття №1: Ідеальний операційний підсилювач

Практичне заняття №2: Диференціальний підсилювач

Практичне заняття №3: Пристрої на основі ОП для виконання математичних операцій

Практичне заняття №4: ФВЧ та смугові активні фільтри

Практичне заняття №5: Проектування ФВЧ. Схемотехніка операційних підсилювачів

Практичне заняття №6: Схемотехнічні методи зменшення впливу неідеальностей операційного підсилювача

Практичне заняття №7: Інвертуючий та неінвертуючий підсилювач з зовнішніми колами компенсації напруги зміщення

Практичне заняття №8: Регулятори автоматичних систем на основі операційних підсилювачів

Лабораторне заняття №1: Дослідження підсилювальних пристроїв на основі ОП. Частина 1.

Лабораторне заняття №2: Дослідження підсилювальних схем на основі ОП. Частина 2.

Лабораторне заняття №3: Дослідження підсилювальних схем на основі ОП. Частина 3.

Лабораторне заняття №4: Дослідження пристроїв для виконання лінійних математичних операцій на основі ОП.

Лабораторне заняття №5: Дослідження активних фільтрів на основі ОП

Лабораторне заняття №6: Дослідження генераторів на ОП

Лабораторне заняття №7: Дослідження генераторів на ОП

Лабораторне заняття №8: Дослідження підсилювачів потужності з ОП

## **6. Самостійна робота студента**

Студент повинен завчасно готуватись до лекцій, практичних та лабораторних занять.

Перед лекціями необхідно повторити теоретичний матеріал, наданий у попередніх лекціях.

Перед практичними заняттями необхідно повторити відповідний теоретичний матеріал.

Обов'язковим є виконання домашніх завдань, які необхідно виконувати до наступного практичного заняття.

До лабораторної роботи обов'язковим є теоретична підготовка по наданому до роботи матеріалу.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування практичних та лабораторних занять є обов'язковим. Студенти активно беруть участь в роботі на заняттях. За об'єктивних причин (наприклад, зтяжна хвороба, міжнародне стажування) можливе відпрацювання пропущених занять в години відведені на консультивання.

Усі матеріали домашніх завдань та МКР перевіряються на академічну добросовісність.

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

Вид роботи	кількість	Мах. кількість балів	Всього
Домашні завдання	5	8	40
Лаб. роботи	8	5	40
Модульна контрольна робота	1	20	20

1. На виконання кожної домашньої і лабораторної роботи відводиться тиждень з моменту отримання студентом завдання (шість днів на виконання – на сьомий день – здача).
2. Вводиться система штрафних балів за несвоєчасне виконання дом. і лаб. робіт: за кожний день понад норму мах. кількість балів зменшується на 1. Наприклад – студент здав домашню роботу на восьмий день після отримання завдання. Це означає, що мах. кількість балів, яку він може отримати, зменшується на 1 і становитиме – 7 балів. Це НЕ означає, що його оцінка буде зменшена, якщо він набере, припустимо, 6 балів.

**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)

...

### **Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни**

Лабораторні макети для вивчення операційних підсилювачів, наприклад IE21010, або аналогічні, 5шт.

Комп'ютерний клас з 12 комп'ютерів Intel Celeron G540, 2.5 GHz, ОЗУ: 4 ГБ, HDD: 500 ГБ  
Програмне забезпечення: TINA-TI - SPICE-симулятор.

Лабораторія аналогових пристроїв: Кожне робоче місце оснащено: макети згідно з темами виконання лабораторних робіт, мілівольтметр, генератора сигналів, блок живлення, осцилограф.

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Лашевська Н. О.](#); [Кирпатенко І. М.](#);

**Ухвалено** кафедрою ПРЄ (протокол № № 06/2023 від 22.06.2023 )

**Погоджено** методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № № 06-2023 від 29.06.2023 )