

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**



Факультет фізико-технічний

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аналогова схемотехніка

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Освітня програма: Комп'ютерне проектування інтегральних схем

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 12 від “30 червня” 2025 р.

м. Івано-Франківськ – 2025 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація	3
2. Опис дисципліни	3
3. Структура курсу	4
4. Система оцінювання курсу	6
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу	6
6. Ресурсне забезпечення	6
7. Контактна інформація	7
8. Політика навчальної дисципліни	7

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Аналогова схемотехніка
Освітня програма	Комп'ютерне проектування інтегральних схем
Спеціалізація (за наявності)	-
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	нормативна
Курс / семестр	2-й курс, 3-й семестр
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	6 кредитів Лекції – 30 год. Лабораторні заняття – 34 год. Самостійна робота – 116 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

Мета та цілі курсу	<p>Формування у студентів сучасних теоретичних уявлень та практичних знань з моделювання, проектування і аналізу аналогової схемотехніки з використанням сучасних САПР, контрольно-вимірювальних приладів та засобів макетування. Отримані знання дозволять студенту розробляти аналогову схемотехніку базових функціональних вузлів з використанням діодів, стабілізаторів, біполярних, польових і МОН транзисторів, операційних підсилювачів.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none">- принципи функціонування, функціональні та технічні характеристики діодів, стабілізаторів, біполярних і МОН транзисторів, операційних підсилювачів;- типові схеми функціональних модулів;- сучасні засоби моделювання аналогової схемотехніки;- засоби макетування схем;- контрольно-вимірювальні прилади; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none">- вибрати елементу базу і збирати схему на макетній платі;- моделювати електронні схеми;- аналізувати функціональні характеристики схем.
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Дисципліна «Аналогова схемотехніка» належить до переліку нормативних освітніх компонент освітньої програми “Комп’ютерне проектування інтегральних схем” освітнього рівня «бакалавр».</p> <p>Силабус навчальної дисципліни “Аналогова схемотехніка” складений відповідно до освітньо-професійної програми “Комп’ютерне проектування інтегральних схем” підготовки бакалаврів спеціальності "G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка".</p>
Компетентності	<p>Інтегральна компетентність.</p> <p>Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.</p> <p>Загальні компетентності</p> <p>ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>Спеціальні (фахові предметні) компетентності</p> <p>СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки</p> <p>СК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп’ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп’ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.</p> <p>СК6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень СК7.</p> <p>СК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел</p> <p>СК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі</p>

	електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.
Програмні результати навчання	<p>P1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.</p> <p>P4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотілої електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.</p> <p>P5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.</p> <p>P6. Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.</p> <p>P7. Аналізувати складні цифрові та аналогові інформаційно-вимірювальні системи з розширеною архітектурою комп'ютерних та телекомунікаційних мереж з урахуванням специфікації вибраних технічних засобів електроніки та відповідної технічної документації</p> <p>P10. Розробляти технічні засоби для побудови та діагностування технічного стану електронних пристроїв та систем, організувати та проводити плановий та позаплановий ремонт, налагодження та переналагодження електронного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва</p> <p>P17. Демонструвати навички проведення експериментальних досліджень, пов'язаних з професійною діяльністю; вдосконалювати методики вимірювання; контролювати достовірність отриманих результатів; систематизувати та аналізувати дані, отримані експериментальним шляхом.</p>

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1	Сигнали і підсилювачі. Частотний спектр сигналів. Аналогові та цифрові сигнали. Узагальнені моделі підсилювачів, частотний відгук. Атенюатори.	Знати типи сигналів, частотний спектр, принципи функціонування та чотири моделі підсилювачів. Вміти оцінювати частотний відгук підсилювачів.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
2	Діоди і схеми. Класифікація діодів. ВАХ діода, еквівалентна модель. Випрямні діоди, обмежувачі та фіксатори рівня. Стабілітрони, діоди Шоткі, варикапи, фотодіоди, світлодіоди.	Знати типи діодів, фізичну структуру та принцип дії при прямому і зворотному зміщенні, ВАХ діода, еквівалентна модель. Вміти аналізувати електричні схеми з використанням діодів – випрямлячів, обмежувачів та фіксаторів рівня.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
3	Біполярні (БП) транзистори. Структура і режими роботи. Схеми увімкнення. ВАХ характеристики. Ефект Ерлі.	Знати типи БП транзисторів, фізичну структуру та принцип роботи, режими роботи і схеми увімкнення (СЕ, СБ, СК), ВАХ характеристики. Вміти аналізувати електричні схеми з різним увімкненням БП транзисторів.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
4	Підсилювачі на БП транзисторах. Вхідні, вихідні та передавальні характеристики. Вибір робочої точки за постійним струмом. Еквівалентні моделі. Базові конфігурації підсилювачів. Зміщення. Низько- і високочастотний відгук підсилювачів з трьома схемами включення БП транзисторів.	Знати принципи дії підсилювачів на БП транзисторах, вхідні, вихідні та передавальні характеристики, базові конфігурації включення, схеми зміщення, частотний відгук. Вміти задавати робочу точку підсилювача за постійним струмом, аналізувати характеристики підсилювачів з використанням еквівалентних моделей.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
5	МОН транзистори. Структура і принцип функціонування. Режими роботи. Вхідні, вихідні та передавальні	Знати типи МОН транзисторів, фізичну структуру та принцип роботи, вхідні, вихідні та передавальні характеристики, схеми увімкнення СВ, СЗ, СС,	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної

	характеристики. Вибір робочої точки за постійним струмом, еквівалентні схеми. МОН транзистори з p - і n -каналом. Статичні характеристики. Ефект підкладки.	режими роботи. Вміти аналізувати електричні схеми МОН транзисторів з використанням еквівалентних моделей.	роботи
6	Підсилювачі на МОН транзисторах. Основи функціонування підсилювача. Передавальні характеристики. Мало-сигнальні еквівалентні моделі. Базові конфігурації підсилювачів. Зміщення. Низько- і високочастотний відгук підсилювачів з трьома схемами включення МОН транзисторів.	Знати принципи дії підсилювачів на МОН транзисторах, передавальні характеристики, базові конфігурації включення, схеми зміщення, частотний відгук. Вміти задавати робочу точку підсилювача за постійним струмом, аналізувати характеристики підсилювачів з використанням еквівалентних моделей.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
7	Каскодні підсилювачі. МОН каскодні підсилювачі і їх еквівалентні схеми. Каскодні підсилювачі як джерела струму. Подвійні і вкладені каскоди. Каскодні підсилювачі на БП транзисторах. Транзисторні пари.	Знати принципи дії каскодних підсилювачів на МОН та БП транзисторах, базові конфігурації включення, еквівалентні схеми заміщення, коефіцієнти підсилення. Вміти розраховувати параметри базових конфігурацій та їх коефіцієнти підсилення.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
8	Струмові дзеркала. Джерела струму на МОН транзисторах. Джерело струму Відлара. Базове МОН струмове дзеркало. Струмове дзеркало Вільсона. Джерело струму на БП транзисторах. Схеми керування струмом. Базове струмове дзеркало на БП транзисторах.	Знати принцип роботи джерел струму на МОН та БП транзисторах, базові конфігурації струмових дзеркал та схеми керування струмом на МОН та БП транзисторах. Вміти розраховувати схеми із заданим числом струмів різної величини.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
9	Регулятори напруги. Лінійні регулятори. Фільтрація. Послідовні регулятори напруги на	Знати принцип роботи послідовних та шунтових транзисторних регуляторів на БП та МОН транзисторах,	Поточний контроль, тести, завдання для

	БП транзисторах та ОП. Шунтові регулятори напруги на БП транзисторах та ОП. Регулятори напруги на перемикачах та ІС 7800.	регуляторів на перемикачах та інтегральних схемах родини ІС 7800. Вміти вибирати типи регуляторів напруги і розраховувати схеми для забезпечення допустимих вихідних пульсацій напруги.	самостійної роботи
10	Диференціальні підсилювачі. Диференціальні сигнали. Диференціальні пари на БП і МОН транзисторах. Напруга зсуву. БП і МОН диференціальні пари навантажені струмовим дзеркалом. Каскодні диференціальні пари. Оброблення синфазного сигналу.	Знати принцип дії і схеми диференціальних пар і підсилювачів на БП і МОН транзисторах з відкидання синфазного шуму і підсилення диференціального сигналу, структуру багато-каскадних підсилювачів. Вміти моделювати і аналізувати диференціальні підсилювачі на БП та МОН транзисторах.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
11	Вихідні каскади і підсилювачі потужності. Класи А, В, АВ, D. Потужні підсилювачі на БП і МОН транзисторах. Потужні транзистори. Розсіювання тепла. Захист від короткого замикання.	Знати принцип дії, схеми і класи вихідних каскадів підсилювачів, передавальні характеристики та ефективність перетворення енергії, структури і конструкції потужних БП і МОН транзисторів. Вміти моделювати і аналізувати вихідні каскади потужних підсилювачів.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
12	Зворотній зв'язок (ЗЗ). Структура і властивості ЗЗ. Типи ЗЗ. Підсилювач із ЗЗ за напругою. Стабільність, передавальна функція ЗЗ, полюси. Частотна компенсація.	Знати принцип дії і структуру ЗЗ підсилювачів, типи ЗЗ, перевагу негативного ЗЗ, передавальну функцію ЗЗ, діаграми з одно- і двополюсним відгуком, Вміти моделювати і аналізувати підсилювачі із ЗЗ, аналізувати діаграми відгуку і визначати стабільність підсилювача.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
13	Осцилятори і генератори сигналів. Принципи генерації	Знати принципи генерації сигналів, схеми генераторів на ОП-RC, LC, кварцах,	Поточний контроль, тести,

	сигналів. Зворотний зв'язок. Критерії генерації. Схеми генераторів на ОП-РС, LC, кварцах, квадратурного. Генератори Колпітца, Гартлі, Клеппа, прямокутних і трикутних хвиль.	квадратурного, схеми генераторів Колпітца, Гартлі, Клеппа, генераторів прямокутних і трикутних хвиль Вміти моделювати і аналізувати схеми генераторів синусоїдних, прямокутних і трикутних хвиль.	завдання для самостійної роботи
14	Операційні підсилювачі (ОП) і схеми. Коефіцієнт підсилення напруги. Схеми зміщення. Частотний відгук. Інвертуючий і неінвертуючий ОП. Інструментальний ОП.	Знати базові архітектури ОП, малосигнальні еквіваленті схеми ОП, схеми зміщення, частотний відгук ОП. Вміти моделювати і аналізувати дві базові архітектури ОП: двокаскадну і однокаскадну із складеним каскодом.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
15	Аналогові фільтри. Типи фільтрів. Передавальна функція. Фільтри Баттерворта і Чебишева. Фільтри 1-го і 2-го порядків. LCR резонатори. Активні фільтри.	Знати типи фільтрів, принцип дії, передавальні функції і полюси, смуги пропускання, Фільтри Баттерворта і Чебишева, фільтри 1-го і 2-го порядків, резонатори, активні фільтри. Вміти реалізовувати і моделювати передавальні функції на пасивних і активних елементах.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
	5-й сем.
Лекції	15
Лабораторні роботи	30
Самостійна робота	5
Індивідуальне завдання	-
Залік/Екзамен	50
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

4-й семестр

Види навчальної роботи	Номер навчального заняття (залежить від розподілу у розділі І)																Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	КСР	
Лекції	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		15
Лабораторні роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		30
Самостійна робота																	5
Індивідуальні завдання																	-
Екзамен																	50

Матеріально-технічне забезпечення	Інтерактивна панель, комп'ютерна лабораторія для лабораторних робіт з САПР для моделювання аналогових схем з кількістю комп'ютерів до 12, лабораторія електроніки з контрольно-вимірювальними приладами, блоками живлення, навчальними і макетними платами.
<p style="text-align: center;">Література:</p> <p style="text-align: center;">Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Руденко Ю. В., Щерба А. А. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах. – К.: Про формат, 2020. – 353 с. 2. Медяний Л. П. Аналогова схемотехніка. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 177 с. 3. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / О.М. Воробйова, І.П. Панфілов, М. П. Савицька, Ю. В. Флейта. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. 298 с. 4. Бобало Ю. Я., Мандзій Б. А., Стахів П. Г., Писаренко Л. Д., Якименко Ю. І. Основи теорії електронних кіл. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. проф. Ю. І. Якименка. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 414 с. 5. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з дисципліни “Аналогова схемотехніка” для студентів спеціальності 6.050801 “Мікро та наноелектроніка” денної і заочної форм навчання / Укл.: Н. М. Нагорна, Є. Л. Жавжаров. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012.– 54 с. 6. Петренко І.А. Основи електротехніка та електроніки, Частина II. Основи електроніки. Навчальний посібник для дистанційного навчання. – К.: Університет "Україна", 2007. – 307 с. 7. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник / В. І. Бойко, А. М. Гуржій, В. Я. Жуйков та ін. — 2-ге вид., допов. і переробл. — К.: Вища шк., 2004. — 	

366 с.: іл. 5. Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В., Юрченко М. М., Сенько Л. І., Ясинський В. В. Електроніка і мікросхемна техніка у 4-х томах. Т. 1. Елементна база електронних пристроїв. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. д.т.н., проф. В. І. Сенько. – К. : "Обереги", 2000. – 300 с.

8. Мандзій Б. А. Основи аналогової мікросхемотехніки. – Львів: НМК "Тезаурус", 1993. – 186 с.

Допоміжна

9. R. Thirumamagal, M. Karunakaran. Analog electronics. – 1st ed., Iterative International Publishers, 2022. – 201 p.
10. Adel S. Sedra. Microelectronic circuits. – 8th ed., Oxford University Press, 2020 – 1756 p.
11. Tony Chan Carusone, David A. Johns, Kenneth W. Martin. Analog integrated circuit design. - 2nd ed., Wiley, 2012. – 822 p.
12. Robert Boylestad, Louis Nashelsky. Electronics devices and circuit theory. – 11th ed., Pearson, 2012. – 944 p.
13. Wai-Kai Chen. Analog and VLSI Circuits. 3rd ed., CRC Press, 2009. – 699 p.
14. Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer. Analysis and design of analog integrated circuits. – 5th ed., Wiley, 2009. – 881 p.
15. Robert L. Boylestad. Introductory circuit analysis. – 11th ed., Pearson, 2007. – 1156 p.
16. Anant Agarwal, Jeffrey H. Lang. Foundation of Analog and Digital Electronic Circuits. – Elsevier, 2005. – 984 p.

Електронні ресурси

17. Аналогова схемотехніка аналіз та проектування базових аналогових схем. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електронні мікро- і наносистеми та технології» спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка/ Голубєва І. П., Порева Г. С., Карплюк Є. С. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,88 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 238 с. – Назва з екрана.
18. Схемотехніка-1. Аналогова схемотехніка: Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю.О. Оникієнко, А.Ю. Мицукова. – Електронні текстові дані (1 файл: 3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. –107 с.

7. Контактна інформація

Кафедра

Комп'ютерної інженерії та електроніки,

	вул. Шевченка, 57, 210а, 59-60-07, https://kkite.pnu.edu.ua/ , kkie@pnu.edu.ua
Викладач (і) Гостьові лектори	Голота Віктор Іванович, к.т.н., доцент
Контактна інформація викладача	victor.holota@pnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	<p>Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі. Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ЗВО.</p> <p>Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю. Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю. За недотримання академічної доброчесності, студент може бути недопущений до складання підсумкового контролю та відрахований з університету.</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	-1 бал за кожне пропущене заняття
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	-2 бали за протерміноване завдання
Невідповідна поведінка під час заняття	-5 балів від отриманого результату
Додаткові бали	5 балів за сертифікат неформальної освіти за темою дисципліни. Якщо у підсумкова кількість балів перевищує 100, то встановлюється оцінка 100.
Неформальна освіта	Можливість зарахування. Рекомендовані платформи: Udemy (https://ua.udemy.com/), Coursera (https://www.coursera.org/), Prometheus (https://prometheus.org.ua/).

Викладач

В.І. Голота