



Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аналогова та цифрова схемотехніка

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Електронні системи та мережі комунікацій

Обсяг дисципліни – 11 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.03

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Вид семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					
Д	1	1	5,0	150	50	32	18	–	100	–	–	–	+
Д	1	2	6,0	180	50	32	–	18	130	+	–	–	+
Разом ДФН			11,0	330	100	64	18	18	230	1	–	–	2

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми “Електронні системи та мережі комунікацій” зі спеціальності G5 “Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка”.

Робоча програма складена

Підпис автора (ів)

д-р. техн. наук, професор Сергій ПІДЧЕНКО

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора (ів)

Схвалена на засіданні кафедри

Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол від 28.08 2025 № 1.

Зав. кафедри

Сергій ПІДЧЕНКО

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. техн. наук, проф.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Сергій ПІДЧЕНКО
Гарант освітньо-професійної програми, канд. техн. наук, доц.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Віктор СТЕЦЮК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Аналогова та цифрова схемотехніка» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електронні системи та мережі комунікацій» в межах спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

Пререквізити – вихідна.

Постреквізити – Аналогова та цифрова схемотехніка (курсний проект) (ОФП.04), Електронні системи телебачення та радіомовлення (ОФП.08), Обчислювальна та мікропроцесорна техніка (ОФП.09), Інформаційні передавальні пристрої електронних комунікацій (ОФП.14), Приймання та цифрова обробка в електронних комунікаціях (ОФП.16), Системи рухомого радіозв'язку (ОФП.17), Системи рухомого радіозв'язку (ОФП.20), Радіотехнічні системи локації та навігації (ОФП.23), Переддипломна практика (ОФП.24).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі електроніки, електронних комунікацій, приладобудування та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК02); вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК08); здатність проводити розрахунки у процесі проектування обладнання і засобів інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ФК15).

програмних результатів навчання: знання теорій та методів фундаментальних та загальноінженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності. (ПРН01); вміння проводити розрахунки елементів інфокомунікаційних мереж, електронних комунікацій, приладів телевізійного й радіомовлення, радіотехнічних систем згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно (ПРН05); вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) електронних комунікацій та приладів радіотехнічних систем (ПРН06); вміння проектувати нові (модернізувати існуючі) інфокомунікаційні мережі, системи електронних комунікацій, радіотехнічні системи та системи телевізійного і радіомовлення, тощо (ПРН07); вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків електронних приладів радіотехнічних та телекомунікаційних систем (ПРН12).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для вирішення типових та нестандартних завдань з схемотехнічного проектування функціонально-орієнтованих схем аналогової та цифрової обробки сигналів.

Предмет дисципліни. Основні фізичні процеси у напівпровідниках, принципи роботи аналогових та цифрових електронних пристроїв та їх окремих елементів та вузлів з позиції застосування в електронних комунікаціях, приладах автоматики, а також принципи роботи та методи розрахунку основних пристроїв аналогової та цифрової обробки сигналів

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з проектування аналогових та цифрових пристроїв, розрахунку окремих елементів та вузлів електронних пристроїв, у тому числі з використанням відповідних пакетів прикладних програм.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни, студент повинен: розуміти принципи побудови підсилювальних схем, перетворювачів сигналів; генераторів сигналів різної форми; основні логічні елементи на польових і біполярних транзисторах; принципи побудови комбінаційних і послідовних схем цифрової техніки; методи аналізу та синтезу електронних аналогових і цифрових пристроїв; використовувати сучасні пакети прикладних програм для аналізу і синтезу цифрових пристроїв; розраховувати характеристики розробляємих радіоелектронних і телекомунікаційних пристроїв; користуватися комп'ютерними програмами; сучасною науково-технічною інформацією і нормативною документацією, використовувати отримані знання при виконанні проектів та випускних кваліфікаційних робіт, а також в ході наукових досліджень; застосовувати отримані знання на практиці.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні	Самостійну роботу
Перший семестр				
Тема 1. Принципи функціонування і характеристики напівпровідникових приладів	4	2		12
Тема 2. Схемотехніка підсилювачів на біполярних і польових транзисторах	6	4		18
Тема 3. Операційні підсилювачі. Перетворювачі аналогових сигналів на операційних підсилювачах.	10	4		30
Тема 4. Підсилювачі потужності	4	2		14
Тема 5. Генератори аналогових сигналів	4	2		14
Тема 6. Джерела вторинного живлення	4	4		12
Разом за 1-й семестр:	32	18		100
Другий семестр				
Тема 7. Базові поняття цифрової електроніки	2			8
Тема 8. Представлення інформації в цифрових пристроях	2		4	10
Тема 9. Логічні основи обчислювальної цифрової техніки.	4		4	8
Тема 10. Функціональні вузли комбінаційної логіки.	10		4	10
Тема 11. Послідовнісні цифрові пристрої	6		6	10
Тема 12. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі сигналів.	4			10
Тема 13. Побудова цифрових запам'ятовуючих пристроїв.	2			10
Тема 14. Перспективи розвитку аналогових та цифрових пристроїв.	2			4
Разом за 2-й семестр:	32		18	70
Разом:	64	18	18	170

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перший семестр	К-ть годин
	Перелік тем лекцій, їх анотації	
1	Предмет і задачі дисципліни. 1.1 Вступ до аналогової схемотехніки. 1.2 Класифікація аналогових електронних пристроїв Літ.: [1], с. 11...16; [2], с. 9...17; [3], 5...12.	2
2	Принципи функціонування і характеристики напівпровідникових приладів. 2.1 Напівпровідникові діоди. 2.2 Біполярні транзистори. 2.3 Польові транзистори. Літ.: [1], с. 16...23; [2], 17...23; [3], 5...12.	2
3	Схемотехніка підсилювачів на біполярних транзисторах. 3.1 Транзисторні каскади з спільним емітером, спільним колектором, спільною базою. Літ.: [1], с. 27...34; [2], с. 25...33; [3], 20...23.	2
4	Схемотехніка підсилювачів на польових транзисторах. 4.1 Каскади з спільним витоком, спільним стоком, спільним затвором. 4.2 Стабілізація робочої точки. Літ.: [1], с. 38...41; [2], с. 36...48; [3], 23...27.	2
5	Схемотехніка підсилювачів на біполярних і польових транзисторах. 5.1 Застосування в телекомунікаційних системах передачі Літ.: [1], с. 42...47; [2], с. 48...59; [3], 27...29.	2
6	Операційні підсилювачі. 6.1 Структурна схема ОП. 6.2 Основні параметри ОП. 6.3 Частотні властивості ОП. Літ.: [1], с. 47...50; [2], с. 67...80	2
7	Перетворювачі аналогових сигналів на операційних підсилювачах. 7.1 Повторювач напруги. Неінвертуючий підсилювач. Інвертуючий підсилювач. 7.2 Вплив параметрів реального ОП на роботу підсилювача. 7.3 Температурні похибки вихідної напруги ОП. Літ.: [1], с. 50...51, 55...56; [2], с. 89...91; [3], 30...31.	2
8	Підсилювачі з диференційним входом. 8.1 Інвертуючий підсумовувач сигналів. 8.2 Схема складання-віднімання. Неінвертуючий підсумовувач сигналів. 8.3 Інтегратор. Пристрій диференціювання. Літ.: [1], с. 51...54; [2], с. 58...64; [3], 31...33.	2
9	Перетворювачі аналогових сигналів 9.1 Логарифмічний і антилогарифмічний підсилювачі. 9.2 Нелінійні перетворювачі. 9.3 Активні фільтри. Літ.: [1], с. 68...79; [2], с. 89...102; [3], 67...72.	2
10	Пристрої порівняння аналогових сигналів. 10.1 Робота ОП при великих амплітудах вхідного сигналу. 10.2 Однопорогові пристрої порівняння 10.3 Інтегральні компаратори Літ.: [1], с. 113...117; [2], с. 143...150; [3], 72...84.	2
11	Загальні відомості про електронні схеми комутації. 11.1 Діодні ключі. 11.2 Ключі на біполярних і польових транзисторах Літ.: [1], с. 96...104; [3], 84...88.	2
12	Підсилювачі потужності, їх параметри. 12.1 Однотактні підсилювачі потужності. 12.2 Двотактні підсилювачі потужності. Літ.: [1], с. 96...104; [2], с. 125...136; [3], 84...88.	2
13	Генератори аналогових сигналів. 13.1 Тригочкові автогенератори. 13.2 RC-автогенератори гармонійних коливань. 13.3 Автогенератори з внутрішнім зворотним зв'язком. 13.4 Автогенератори з розподіленою коливальною системою Літ.: [1], с. 268...270; [2], с. 401...405.	2

14	14.1 Баланс амплітуд і баланс фаз автогенератора. 14.2 М'який та жорсткий режим самозбудження. Автозміщення. Літ.: [1], с.270...278; [2], с. 405...408.	2
15	Джерела вторинного живлення. 15.1 Класифікація. Основні параметри. 15.2 Випрямлячі. Перетворювачі постійної напруги у змінну Літ.: [1], с.136...171.	2
16	Пристрої узгодження рівнів напруги. 16.1 Пристрої стабілізації напруги живлення. 16.2 Пристрої перетворення напруг. Літ.: [1], с.266...268; [2], с. 398...401; [3], 220...225.	2
Разом за 1 семестр:		32
Другий семестр		
1	Базові поняття цифрової електроніки 1.1 Галузі застосування цифрових пристроїв. 1.2 Системи передачі та обробки інформації. 1.3 Системи автоматичного керування. 1.4 Рівні подання цифрових пристроїв. Літ.: [3], с.195...210	2
2	Представлення інформації в цифрових пристроях 2.1 Позиційні та непозиційні системи числення. 2.2 Переведення чисел із однієї системи в іншу. 2.4 Прямий, зворотній та додатковий коди. Кодування від'ємних чисел. 2.5 Представлення чисел у формі з фіксованою та "плаваючою" комою. Літ.: [6], с. 15...25	2
3	Логічні основи обчислювальної цифрової техніки 3.1 Представлення двійкової інформації фізичними сигналами 3.2 Основні поняття та визначення алгебри логіки. Логічні змінні та логічні функції 3.3 Основні закони та правила алгебри логіки Літ.: [3], с. с.195...210; [6], с. 30...43	2
5	Мінімізація логічних функцій 5.1 Диз'юнктивна нормальна форма 5.2 Аналітичні методи 5.3 Табличні методи Літ.: [6], с. 46...51	2
6	Базові логічні елементи цифрових пристроїв 6.1 Найпростіші цифрові елементи "І", "АБО", "НІ", "Виключне-АБО". 6.2 Поняття про базис. Літ.: [3], с.211...237; [6], с. 56...87	2
7	Синтез комбінаційних пристроїв 7.1 Основні етапи синтезу комбінаційних пристроїв. 7.2 Оцінка складності комбінаційних схем Літ.: [6], с. 91...143	2
8	Схемотехніка базових логічних елементів цифрових пристроїв 8.1 Основні характеристики логічних елементів 8.2 Схемотехніка базових логічних елементів технологій ТТЛ, ТТЛШ 8.3 Схемотехніка базових логічних елементів технологій КМОН 8.4 Схемотехніка базових логічних елементів технологій ЕЗЛ Літ.: [3], с. 211...237	2
9	Функціональні вузли комбінаційної логіки 9.1. Перетворювачі кодів. 9.2. Шифратори та дешифратори. 9.3. Мультиплексори. Каскадне з'єднання мультиплексорів Літ.: [3], с.290...311; [6], с. 91...143	2
10	10.1 Суматори та напівсуматори. 10.2 Арифметико-логічні пристрої. 10.3 Повторювачі та буфери. Літ.: [3], с. 290...311; [6], с. 91...143	2
11	Послідовнісні цифрові пристрої 11.1 Асинхронні та синхронні тригери типу RS, D, T, JK. 11.2 Регістри й регістрова пам'ять. 11.2. Синхронні та асинхронні лічильники. Літ.: [3], с. 239...288; [6], с. 146...171	2

12	Синтез цифрових автоматів 12.1 Основні етапи синтезу цифрових автоматів 12.2 Цифрові автомати Мілі та Мура Літ.: [6], с. 180...218	2
13	Цифро-аналогові перетворювачі сигналів 13.1 Схемотехнічні принципи цифро-аналогового перетворення. 13.2 ЦАП на основі двійково-вважених резисторів. 13.3 Властивості матриці R-2R та її використання в ЦАП. Літ.: [3], с.329...351	2
14	Аналого-цифрові перетворювачі сигналів 14.1 Основні методи аналого-цифрового перетворення. 14.2 АЦП з порозрядним врівноваженням, послідовного лічення, з подвійним інтегруванням. 14.3 Паралельні АЦП. Схеми вибірки та зберігання. Літ.: [3], с. 329...351	2
15	Побудова цифрових запам'ятовуючих пристроїв 15.1 Постійні запам'ятовуючі пристрої. Основні характеристики ПЗП. 15.2 Неперепрограмовані та перепрограмовані ПЗП. 15.3 Оперативні запам'ятовуючі пристрої. Основні характеристики ОЗП 15.4 Статичні та динамічні ОЗП. Базові елементи ОЗП. Літ.: [3], с.312...328; [6], с. 278...333	2
16	Перспективи розвитку цифрових пристроїв 16.1 Приклади розробки простих цифрових пристроїв 16.2 Розробка складних цифрових пристроїв з використанням програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) Літ.: [3], с.5...8; [6], с. 401...408	2
Разом за 2 семестр:		36

5.2 Зміст лабораторних занять

<i>Перший семестр</i>		
№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Дослідження некерованих випрямлячів напруги. Літ.: [1], с. 38-41	2
2	Дослідження керованого випрямляча напруги. Літ.: [1], с. 38-41	2
3	Дослідження схем включення транзисторів у підсилювальних каскадах Літ.: [1], с. 5-12	2
4	Дослідження характеристик підсилювального каскаду за схемою із спільним емітером Літ.: [2], с. 45-48	2
5	Дослідження режимів роботи транзисторів у каскадах підсилення. Літ.: [2], с. 26-331	2
6	Дослідження диференціального підсилювального каскаду на біполярних транзисторах Літ.: [2], с. 34-48	2
7	Дослідження зворотних зв'язків у підсилювальних пристроях Літ.: [1], с. 157-161	2
8	Дослідження схем на операційних підсилювачах Літ.: [1]с. 287-348	4
Разом за 1 семестр:		18

5.3 Зміст практичних занять

<i>Другий семестр</i>		
№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Переведення чисел із однієї системи числення в іншу. Літ.: [4], с. 19...24	2
2	Виконання арифметичних дій в двійковій системі числення Літ.: [4], с. 19...24	2
3	Синтез комбінаційних схем Літ.: [3], с. 89...93; [4], с. 46...71	2
4	Імітаційне моделювання комбінаційних схем Літ.: [4], с. 189...250	2
5	Проектування та дослідження тригерів Літ.: [3], с. 148...153; [5], с. 131...160	2

6	Синтез лічильників імпульсів з довільним коефіцієнтом лічення Літ.: [3], с. 186...193; [5], с. 172...180	2
7	Імітаційне моделювання цифрових автоматів Літ.: [4], с. 325...386	2
8	Синтез багатофункціональних регістрів Літ.: [3], с. 175...183; [5], с. 164...171	4
Разом за 2 семестр:		18

5.4 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних робіт, практичних занять, контрольних робіт, тестування, виконанні індивідуальних завдань тощо. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

	<i>Перший семестр</i>	
Номер теми	Зміст самостійної роботи	К-ть годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання ЛР1.	12
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання ЛР2.	18
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до виконання ЛР3, ЛР4, ЛР5, підготовка до КР1 з Т1-Т3.	30
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до виконання ЛР6.	14
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до виконання ЛР7.	14
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до виконання ЛР8, підготовка до КР2 з Т4-Т6.	12
<i>Разом за 1 семестр:</i>		100
	<i>Другий семестр</i>	
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до ПЗ1.	8
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, підготовка до ПЗ2.	10
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9, підготовка до ПЗ3.	8
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т10, підготовка до ПЗ4, підготовка до КР1 з Т7-Т10.	10
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11, підготовка до ПЗ5.	10
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т12, підготовка до ПЗ6.	10
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13, підготовка до ПЗ7.	10
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т14, підготовка до ПЗ8, підготовка до КР2 з Т11-Т14.	4
<i>Разом за 2 семестр:</i>		70

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни, ЛР – лабораторна робота; ПЗ – практичне заняття, КР – контрольна робота.

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт, практичних занять та самостійної роботи питання з відповідних тем.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням мультимедійних презентацій, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, практичних занять, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (розв'язування задач, участь у обговоренні ситуацій);
- оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період

екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає: необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо; до практичних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, розв'язувати задачі, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті). Пропущене лабораторне або практичне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами усного опитування для допуску до лабораторного заняття, опитування під час практичних занять, та за результатами контрольних робіт.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти (розміщені на доступних платформах), які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві-три несуттєві <i>помилки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві-три <i>несуттєві помилки</i> .

Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
перший семестр											
Лабораторні роботи №:								Контрольні роботи		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	КР1	КР2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	
24-40								12-20		24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
другий семестр											
Практичні заняття №:								Контрольні роботи		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	КР1	КР2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	
24-40								12-20		24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики імітаційного моделювання, дотримання вимог при оформленні звіту тощо.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці «Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти».

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому не зараховується і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів на знання теоретичного матеріалу з теми; уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення при розв'язуванні задач; результати самостійної роботи.

При оцінюванні практичного заняття викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти».

Контрольна робота передбачає виконання 3-х теоретичних та двох практичних завдань (практичне завдання передбачає розв'язування задач з даної теми). При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді та якість виконання. Кожне теоретичне завдання оцінюється 2 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 6 до 10.

Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Кількість правильних відповідей	1	2	3	4	5
Відсоток правильних відповідей	0-59		60	80	100
Кількість отриманих балів	0		6	8	10

При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання №1	6	8	10
Практичне завдання №2	6	8	10
Разом:	24	32	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

Перший семестр

1. Які типи діодів Ви знаєте? Наведіть їх умовні позначення.
2. Який принцип маркування діодів і транзисторів?
3. Як визначають диференційний і статичний опір напівпровідникових приладів?
4. Які види пробою р-п переходу існують і які їх відмінності?
5. Який принцип дії біполярного транзистора
6. Які можливі схеми включення біполярного транзистора та їх основні параметри?
7. У чому різниця принципу дії і основні характеристики польового транзистора з р-п переходом і МДП-транзистора?
8. Які переваги мають польові транзистори у порівнянні з біполярними?
9. У чому складається принцип використання керованих нелінійних елементів для підсилення електричних сигналів?
10. Які існують структурні схеми підсилювачів?
11. Які спотворення підсиленого сигналу Ви знаєте і яка причина їх виникнення?
12. Що таке передаточна функція підсилювача?
13. Загальні відомості про зворотний зв'язок. Передаточна функція системи з зворотним зв'язком.
14. Поняття негативного і позитивного зворотного зв'язку.
15. Застосування негативного зворотного зв'язку для стабілізації коефіцієнта підсилення.
16. Застосування негативного зворотного зв'язку для подавлення паразитних сигналів.
17. Застосування негативного зворотного зв'язку для корекції частотної характеристики підсилювача.
18. Як визначити параметри каскаду за схемою з спільним емітером, що працює в режимі класу А?
19. Чому робота транзисторного каскаду у класі В супроводжується появою значних спотворень?
20. Чим клас підсилення АВ відрізняється від класу С?
21. Що таке коефіцієнт нестабільності і як він впливає на точність підтримки режиму спокою каскаду при зміні температури оточуючого середовища?
22. Чому дорівнює коефіцієнт підсилення каскаду на польовому транзисторі з спільним витоком?
23. Доведіть, що коефіцієнт підсилення емітерного повторювача за напругою завжди менше одиниці.
24. Яку властивість біполярного і польового транзистора використовують для побудови схем генератора струму?
25. Який принцип використовують для побудови транзисторних схем джерел напруги?
26. Що таке диференційний підсилювач?
27. Які основні вимоги до операційного підсилювача?
28. Чим відрізняються передаточні характеристики ОП по інвертую чому і неінвертуючому входах?
29. Навіщо у вхідному каскаді ОП використовують диференційний підсилювач?
30. Що таке частота одиничного підсилення ОП?
31. Чому коефіцієнт передачі інвертуючого підсилювача на ОП не може бути менше одиниці?
32. Чим схема порівняння відрізняється від схеми підсилювача?
33. Що таке компараторний режим роботи ОП?
34. Яким чином можна мінімізувати помилку порівняння однопорогової схеми?

Другий семестр

1. Що таке цифровий елемент?
2. Які цифрові мікросхеми називають потенційними, а які імпульсними?
3. Яка логіка називається позитивною, а яка негативною?
4. Що таке логічний елемент?
5. Що таке багатомітерний транзистор і де він використовується?
6. Які переваги та недоліки мікросхем ТТЛ?
7. Що таке логічний елемент з відкритим колектором? В якому разі він використовується?
8. Що таке монтажна логіка?
9. Які переваги набувають мікросхеми з бар'єром Шотткі?
10. Що таке п-МОН або р-МОН структури? Яка з них набула більшого поширення?
11. Що таке КМОН-інвертор?
12. Мікросхеми якої логіки мають більшу завадостійкість?
13. Що таке тристановий драйвер?
14. Чому треба виконувати узгодження логічних мікросхем різних серій?

15. Що таке перетворювач або транслятор рівня?
16. Які правила включення логічних схем І, АБО за наявності невикористаних входів?
17. Що таке синхронізація рівнем та перепадом?
18. Що таке тригер?
19. Який тригер називається синхронним, а який – асинхронним?
20. Що таке інформаційні та керуючі входи тригера?
21. Що таке RS-тригер і на яких елементах його можна реалізувати?
22. Що таке D-тригер і на яких елементах його можна реалізувати?
23. Роздільний запуск D-тригера.
24. Лічильний запуск D-тригера.
25. Одноступеневий JK-тригер.
26. Двоступеневий JK-тригер. Від яких фронтів вхідного імпульсу спрацьовує кожний ступінь двоступеневих тригерів?
27. Тригер Шмітта.
28. Що таке лічильник?
29. Що таке модуль лічби?
30. Які лічильники називаються послідовними.
31. Що таке реверсивний лічильник?
32. Як перетворити підсумовуючий лічильник на віднімальний?
33. Підсумовуючі та віднімальні лічильники на D-тригерах.
34. Підсумовуючі та віднімальні лічильники на JK –тригерах.
35. Що таке подільник частоти?
36. Паралельні лічильники та їхні переваги і недоліки за порівнянням з послідовними.
37. Паралельно-послідові лічильники.
38. Реверсивні лічильники з двома керуючими входами.
39. Лічильники з довільним модулем лічби та їх застосування.
40. Збільшення розрядності лічильників.
41. Призначення регістрів зсуву.
42. Регістри зсуву вправо
43. Регістри зсуву вліво.
44. Паралельні регістри.
45. Що таке шифратор?
46. Що таке мультиплексор?
47. Що таке демультимплексор?
48. Що таке програмовані логічні матриці ПЛМ?
49. Що таке ОЗП?
50. Які вузли входять до типової структурної схеми ОЗП і які функції виконує кожен з них?
51. Як відбуваються запис та зчитування у накопичувач ОЗП?
52. Які часові співвідношення між вхідними сигналами ВІС ОЗП?
53. Що таке ПЗП? Які функції вони виконують?
54. Яка існує класифікація ПЗП за способом програмування?
55. Які принципи побудови ВІС ПЗП?
56. Які типи запам'ятовувачів використовуються в ВІС ПЗП?
57. Які функції виконують аналого-цифрові (АЦП) та цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП)?
58. Що таке матриця на двійково-зважених резисторах?
59. Які вузли входять до складу схеми ЦАП на двійково-зважених резисторах?
60. Які переваги та недоліки мають ЦАП на основі матриці резисторів R-2R?
61. Що таке АЦП розгортальної дії? Які переваги та недоліки мають такі АЦП?
62. Що таке АЦП стежного перетворення?
63. Що таке АЦП паралельного кодування? Які переваги та недоліки мають такі АЦП?
64. Що таке послідовно-паралельні АЦП? Які переваги та недоліки мають такі АЦП?

11. Рекомендована література:

Основна

1. Аналогова схемотехніка / Л. П. Медяний - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. -177 с.
2. Аналогове оброблення сигналів. Схемотехніка. Розрахунки : підручник / С. О. Сєдов. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. - 298 с.
3. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів / Зубчук В.І., Делава-Касмаї М. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. -258 с.
4. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки. Електронний підручник для вищих навчальних закладів / Рябенський В.М. Жуйков В.Я. Ямненко Ю.С. Заграничний А.В- Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. - 399 с.
5. Борисенко О. А. Цифрова схемотехніка : підручник / О. А. Борисенко. - Суми : Сумський державний університет, 2016. -200 с.

Додаткова

1. Аналогові електронні пристрої: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму «Телекомунікації та радіотехніка» /Л.В. Карпова – Хмельницький: ХНУ, 2019. – 116 с.
2. Схемотехніка. 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 данні (1 файл: 3 Мбайт). - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. -107 с.
3. Каганюк О.К., Поліщук М.М. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник. - Луцьк: РРВ Луцького НТУ, 2016. 236 с.
4. Комп'ютерна схемотехніка : підручник / [Азаров О. Д., Гарнага В. А., Клятченко Я. М., Тарасенко В. П.]. - Вінниця : ВІТУ, 2018. - 230 с.
5. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник./ М.Г. Лорія, П.Й. Єлісєєв, О.Б. Целіщев. - Сєверодонецькі Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2016.-280 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=6841>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnmu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnmu.edu.ua/home>

АНАЛОГОВА ТА ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНІКА

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Перший – другий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	11,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни, студент повинен: розуміти принципи побудови підсилювальних схем, перетворювачів сигналів; генераторів сигналів різної форми; основні логічні елементи на польових і біполярних транзисторах; принципи побудови комбінаційних і послідовних схем цифрової техніки; методи аналізу та синтезу електронних аналогових і цифрових пристроїв; використовувати сучасні пакети прикладних програм для аналізу і синтезу цифрових пристроїв; розраховувати характеристики розробляємих радіоелектронних і телекомунікаційних пристроїв; користуватися комп'ютерними програмами; сучасною науково-технічною інформацією і нормативною документацією, використовувати отримані знання при виконанні проектів та випускних кваліфікаційних робіт, а також в ході наукових досліджень; застосовувати отримані знання на практиці.

Зміст навчальної дисципліни. Аналогова схемотехніка. Пасивні компоненти. Діодні схеми. Схеми на біполярних транзисторах. Аналогово-цифрові перетворювачі. Інтегральна схемотехніка. Зворотній зв'язок. Схеми на операційних підсилювачах. Регулювання та живлення операційних підсилювачів. Цифрова схемотехніка: Схемотехніка цифрових елементів. Цифрові інтегральні мікросхеми. Запам'ятовувальні пристрої на великих інтегральних мікросхемах. Комбінаційні пристрої. Застосування в телекомунікаційних системах передачі. Програмовані логічні матриці. Цифро-аналогові перетворювачі.

Пререквізити: вихідна.

Постреквізити – електронні системи телебачення та радіомовлення, обчислювальна та мікропроцесорна техніка, інформаційні передавальні пристрої електронних комунікацій, приймання та цифрова обробка в електронних комунікаціях, системи рухомого радіозв'язку, системи рухомого радіозв'язку, радіотехнічні системи локації та навігації.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням мультимедійних презентацій, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, практичних занять, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних, практичних та контрольних робіт.

Вид семестрового контролю: іспит – 1, 2 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Аналогова схемотехніка / Л. П. Медяний - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. -177 с.
2. Аналогове оброблення сигналів. Схемотехніка. Розрахунки : підручник / С. О. Седов. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. - 298 с.
3. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів / Зубчук В.І., Делавар-Касмаї М. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. -258 с.
4. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки. Електронний підручник для вищих навчальних закладів / Рябенський В.М. Жуйков В.Я. Ямненко Ю.С. Заграничний А.В.- Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. - 399 с.
5. Борисенко О. А. Цифрова схемотехніка : підручник / О. А. Борисенко. - Суми : Сумський державний університет, 2016. -200 с.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnpu.edu.ua/course/view.php?id=6841>
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnpu.edu.ua/>

Викладач: докт. техн. наук, проф. Підченко С.К.