

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра оптики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 24
ОСНОВИ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Освітній рівень: перший (бакалаврський)

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 104 Фізика та астрономія

Освітня програма: Фізика та астрономія

Статус дисципліни: обов'язкова

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «**Основи радіоелектроніки**» для здобувачів першого рівня вищої освіти галузі знань «Природничі науки» спеціальності 104 Фізика та астрономія, освітньої програми «Фізика та астрономія». – Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2022.

Розробник: Гуранич П.П., к.ф.-м.наук. доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри оптики
протокол № 9 від 10.06. 2022 року.

Завідувач кафедрою оптики



доц. Гуранич П.П.

«10» 06 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету
протокол № 10 від 30.06.2022 року.

Голова науково-методичної комісії



доц. Карбованець М.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150	3-й	
Кількість модулів – 4	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних —2 самостійної роботи студента — 2	5-6 -й	
	Лекції:	
	40 год.	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік, екзамен	Лабораторні:	
	32 год	
Форма підсумкового контролю:	Самостійна робота:	
	78 год.	

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни є освоєння студентами основ аналізу та синтезу електронних схем, принципу роботи основних вузлів аналогової та цифрової схемотехніки, методів генерації, передачі та перетворення електричних сигналів.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей: ІК, К02, К07, К16, К17, К19, К25.

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності (ЗК)	К02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. К07 Навички здійснення безпечної діяльності.
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	К16 Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії. К17 Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. К19 Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень. К25 Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни є опанування таких навчальних дисциплін: «Загальна фізика» (ОК5, ОК6, ОК7, ОК8), «Вища математика» (ОК12, ОК13), «Інженерна графіка» (ОК21).

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких *програмних результатів навчання* (ПР):

ПР03 Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР04 Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР09 Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПР13 Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.

ПР14 Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

Очікувані результати навчання	Шифр ПРН
Здобувач повинен уміти застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів	ПР03
Здобувач має вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	ПР04
Здобувач має отримати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	ПР09
Здобувач має розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень. Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.	ПР13
Здобувач має знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.	ПР14

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати: загальні характеристики сигналів, принципи роботи та розрахунку лінійних та нелінійних електричних кіл, основні методи розрахунку електричних кіл при гармонічному та негармонічному впливі, перехідних процесів; принципи роботи окремих електронних елементів, характеристики та особливості електронних схем підсилювачів, генераторів та формувачів електричних сигналів.

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усне опитування, тестування з теми заняття.

Форма модульного контролю: контрольної роботи з тем змістовного модуля

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5							
8	8	8	8	8						60	100

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума
T6	T7	T8	T9	T10							
8	8	8	8	8						60	100

T6, T10 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума
T11	T12	T13	T14								
10	10	10	10							60	100

T11, T12 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)

Поточне оцінювання та самостійна робота										Модульна контрольна робота	Сума
T15	T16	T17	T18								
10	10	10	10							60	100

T16, T17 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття								
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)		20		20		20		20
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні								
Письмове тестування при тематичному оцінюванні		20		20		20		20
Модульна контрольна робота		60		60		60		60
Разом		100		100		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо студент достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "незараховано" - якщо студент викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли студент бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли студент виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли студент в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли студент не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Шкала ЄКТС	Диференційована шкала	Недиференційована шкала	Мін.бал-макс.бал
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре		82-89
C			74-81
D			64-73
E	Задовільно		60-63
F _x	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно з обов'язковим повторним навчанням» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік або екзамен.

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1 Вступ.

Історичні віхи розвитку радіоелектроніки. Основні поняття радіоелектроніки.

Тема 2. Електричні сигнали.

Класифікація сигналів. Спектри періодичних сигналів. Спектри неперіодичних сигналів. Перетворення Фур'є і Лапласа. Потужність коливань. Дискретизація і квантування сигналів. Шуми. Виділення сигналу з шуму.

Тема 3. Методи розрахунку складних електричних кіл.

Елементи радіоелектронних пристроїв. Електричні кола при гармонічному впливі. Методи розрахунку електричних кіл.

Тема 4. Резонансні явища в електричних колах.

Послідовний коливальний контур. Паралельний коливальний контур. Зв'язані контури. Частотні характеристики кіл.

Тема 5. Чотириполюсники.

Пасивні чотириполюсники. Схеми заміщення. Параметри та характеристичний опір. З'єднання чотириполюсників. Подільники напруги, Інтегруючі та диференціюючі кола. Електричні фільтри. Пасивні фільтри. Узгодження фільтрів.

Модуль 2

Тема 6. Нелінійні елементи.

Електричні переходи: p-n –перехід; p-i-перехід; перехід метал- p-напівпровідник. Терморезистори, варистори. Діоди. Оптоелектронні прилади: фотоприймачі; світлодіоди. Біполярні транзистори. Схеми включення біполярного транзистора.

Польові транзистори. Схеми включення уніполярного транзистора.

Тема 7. Електронні підсилювачі.

Класифікація та характеристики підсилювачів. Еквівалентні схеми заміщення.

Тема 8. Підсилювачі змінного струму.

Однокаскадні підсилювачі змінного струму. Режими роботи транзистора в підсилюючих каскадах. Багатокаскадні підсилювачі. Вихідні каскади підсилювачів.

Тема 9. Підсилювачі постійного струму.

Балансний підсилювач. Диференціальний каскад. Джерела стабільного струму. Складні транзистори. Багатокаскадні підсилювачі.

Тема 10. Операційні підсилювачі.

Модель ідеального ОП. Інвертуючий і неінвертуючий підсилювачі. Пристрої на операційних підсилювачах: інтегратор; диференціатор; суматор; інвертор знаку опору; активні фільтри.

Модуль 3

Тема 11. Генератори.

Визначення і класифікація генераторів. Умови самозбудження і стаціонарності коливань. LC-генератори. Релаксаційні генератори. Генератори на тунельних діодах. Стабілізація частоти генераторів. НВЧ-генератори: клістрон; магнетрон; генератор на діоді Гана.

Тема 12. Радіоприймаючі пристрої.

Принципи перетворення спектрів. Перетворювачі частот. Модулятори: амплітудний; частотний; фазовий. Детектори: амплітудний; частотний; фазовий. Параметричні підсилювачі.

Тема 13. Основи цифрової схемотехніки.

Фізичне представлення інформації. Логічні елементи. Класифікація і основні параметри логічних інтегральних мікросхем. Базові логічні елементи ТТЛ; ЕЗЛ; I²Л; МОН та КМОН.

Тема 14. Комбінаційні схеми.

Синтез комбінаційних схем. Мінімізація комбінаційних схем. Суматори. Дешифратор. Шифратор. Мультиплексор. Демультимплексор; перетворювач коду.

Модуль 4

Тема 15. Схеми на тригерах.

RS- тригери. D-, T- тригер. Універсальний JK- тригер. Регістри їх класифікація та функціонування; Лічильники.

Тема 16. Елементи обчислювальних систем.

Запам'ятовуючі пристрої. Арифметично логічні пристрої. Поняття про мікропроцесор.

Тема 17. Аналого-цифрові перетворювачі.

Дискретизація сигналів. Цифро-аналогові перетворювачі. Аналого-цифрові перетворювачі.

Тема 18. Перспективи розвитку радіоелектроніки.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		Практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
Модуль 1						
Тема 1. Вступ.	5	2				3
Тема 2. Електричні сигнали.	8	2		2		4
Тема 3. Методи розрахунку складних електричних кіл.	6	2				4
Тема 4. Резонансні явища в електричних колах.	8	2		2		4
Тема 5. Чотириполосники.	10	2		4		4
Разом за модулем 1	37	10		8		19
Модуль 2						
Тема 6. Нелінійні електричні кола.	10	2		4		4
Тема 7. Електронні підсилювачі.	6	2				4
Тема 8. Підсилювачі змінного струму	8	2		2		4
Тема 9. Підсилювачі постійного струму	6	2				4
Тема 10. Операційні підсилювачі.	8	2		2		4
Разом за модулем 2	38	10	-	8	-	20
Модуль 3						
Тема 11. Генератори.	9	2		2		5
Тема 12. Радіоприймаючі пристрої.	9	2		2		5
Тема 13. Основи цифрової схемотехніки.	10	3		2		5
Тема 14. Комбінаційні схеми.	10	3		2		5
Разом за модулем 3	38	10		8		20
Модуль 4						
Тема 15. Схеми на тригерах.	12	3		4		5
Тема 16. Елементи обчислювальних систем.	10	3		2		5
Тема 17. Аналого-цифрові перетворювачі.	9	2		2		5
Тема 18. Перспективи розвитку радіоелектроніки.	6	2				4
Разом за модулем 3	37	10		8		19
Усього годин	150	40		32		78

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Електричні сигнали	2	
2	Резонансні явища в електричних колах.	2	
3	Чотириполюсники.	4	
4	Нелінійні електричні кола.	4	
5	Однокаскадні підсилювачі змінного струму.	2	
6	Операційні підсилювачі.	2	
7	Генератори.	2	
8	Радіоприймаючі пристрої.	2	
9	Основи цифрової схемотехніки.	2	
10	Комбінаційні схеми.	2	
11	Схеми на тригерах.	4	
12	Елементи обчислювальних систем.	2	
13	Аналого-цифрові перетворювачі.	2	
	Разом	32	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Історія розвитку схемотехніки.	3	
2	Резонансні явища в електричних колах.	4	
3	Чотириполюсники.	4	
4	Електричні фільтри.	4	
5	Нелінійні електричні кола.	4	
6	Електронні підсилювачі.	4	
7	Однокаскадні підсилювачі змінного струму.	4	
8	Вихідні каскади підсилювачів.	4	
9	Підсилювачі постійного струму	4	
10	Операційні підсилювачі.	4	
11	Генератори.	5	
12	Радіоприймаючі пристрої.	5	
13	Основи цифрової схемотехніки.	5	
14	Комбінаційні схеми.	5	
15	Схеми на тригерах.	5	
16	Елементи обчислювальних систем.	5	
17	Аналого-цифрові перетворювачі.	5	
18	Перспективи розвитку схемотехніки.	4	
	Разом	78	

6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: персональний комп'ютер, мультимедійний проектор.

Обладнання: макетні плати, лабораторні стенди, осцилографи, вольтметри, амперметри, блоки живлення.

Програмне забезпечення: ОС Windows 10.

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. О. М. Воробйова, В. Д. Іванченко. Основи схемотехніки: підручник. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388 с.
2. В.В.Багрій, В.І.Бойко, С.П.Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. — К.: Вища школа, 2004. — 536 с.
3. В.І.Бойко, В.Я.Жуйков, А.А. Зорі та ін. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. - 2-е видання. - К.: Освіта України. - 2010р.
4. Сисоєв В.М. Основи радіоелектроніки. Підручник. К.: Вища шк., 2004. -279с.
5. В.Б.Дудикевич, Г.В.Кеньо, І. В. Петрович. Електроніка та мікросхемотехніка. Частина II: Аналогова схемотехніка (Серія “Дистанційне навчання”. № 53). Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 224 с.
6. Кедюлич В.М., Гуранич П.П. Електричні кола. Лабораторний практикум з курсу „Основи радіоелектроніки” УжНУ. 2019. 48 с.
7. Кедюлич В.М., Гуранич П.П. Радіоелектронні пристрої . Лабораторний практикум з курсу „Основи радіоелектроніки” УжНУ. 2019. 60 с.

Додаткова література

1. Ромашко В.Я. Дискретно-лінійні електричні ланцюги. Теорія та розрахунок. Монографія. К.: Аверс, 2005. - 175 с.
2. Руденко В.С., Трифонюк В.В., Ромашко В.Я. Промислова електроніка. К.: Либідь 1993. – 432 с.
3. Tietze U., Schenk C. and Gamm, E. Electronic Circuits: Handbook for Design and Application. Springer, 2015. ISBN: 3540786554, 9783540786559 p.1543.
4. В.І.Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366 с.
5. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 1995. – 65 с.
6. Ю.П.Колонтаєвський, А.Г.Сосков Електроніка і мікро схемотехніка: Підручник. 2-е вид. / за ред. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
7. Закалик Л.І., Ткачук Р.А. Основи мікроелектроніки. Тернопіль .-1998.-352с.
8. Комп’ютерна схемотехніка : навч. посіб. / Я.І. Соколовський, І.Б. Пірко, І.Р. Кенс та ін.; за заг. ред. В.В. Пасічника. – Львів : Магнолія 2006, 2018. – 313 с.
9. В.М.Приходько Комп’ютерна електроніка. Ч. 1. Аналогова схемотехніка: Навч. посібник. За ред. Приходька В. М. — Д.: ДонІЗТ, 2008. — 198 с.
10. Ю.М.Височанський, А.А.Горват, О.О.Грабар та ін. Твердотільна електроніка: Лабораторний практикум. Навч. посібник. – Ужгород: ІВА, 2001. – 388с
11. Ромашко В.Я. Основи аналізу дискретно-лінійних ланцюгів. К.:Либідь 1993. – 120 с.
12. Жуйков В.Я., Ромашко В.Я. Перехідні процеси. Навчальний посібник К: НТУУ «КПІ», ВПІ ВПК «Політехніка» 2010. 184 с.
13. Ромашко В.Я. Перетворювальна техніка. Частина I. К.: ICDO, 1996. – 262 с.
14. Гончаров Ю.П., Будьонний О.В., Морозов В.Г., Панасенко М.В., Руденко В.С. Ромашко В.Я. Перетворювальна техніка. Частина II. Харків: Фоліо, 2000. – 360 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19663/1/Konspekt_lektsii_2017_ela.doc
2. <http://radio-rtc.inf.ua/Olimpic/4.htm>
3. https://books.google.com.ua/books?id=vVHvBQAAQBAJ&pg=PA73&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
4. https://stud.com.ua/28258/tovaroznnavstvo/analogovoyi_shemotehniki
5. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21491/1/Medianyi.pdf>
6. <http://literaturki.net/elektronika/osnovy-teorii-avtonomnyh-preobrazovatelei>
7. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/42806/3/pristroiAE.pdf;jsessionid=AB0917D15AC04B9853029C9F3CF8A475>