

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій  
ім. О.О. Зеленського (№ 504)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи/  
Голова НМК

 М.С. Зряхов  
(підписати та прізвище)

«29» серпня 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Аналогова схемотехніка»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

(код і назва галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код і назва спеціальності)

Освітня програма: «Технології та засоби телекомунікацій», «Інформаційні мережі зв'язку», «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»

(назва освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

Харків 2019 рік

Робоча програма «Аналогова схемотехніка»

для студентів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

освітньою програмою «Технології та засоби телекомунікацій», «Інформаційні мережі зв'язку», «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»

«17» червня 2019 р., – 11 с.

Розробник: Абрамов Клавдій Данилович, доцент кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського, канд. техн. наук, доцент

(підписав та погодився, вказав, нагородив і/або не вказав)

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського

(сесія кафедри)

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(підписав і/або погодився, вказав, нагородив і/або не вказав)



В.Н. Івкін

(підписав та погодився)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p><b>Галузь знань</b> 17 «Електроніка та телекомунікації»</p> <p><b>Спеціальність</b> 172 «Телекомунікації та радіотехніка»</p> <p><b>Освітня програма</b> «Технології та засоби телекомунікацій», «Інформаційні мережі зв'язку», «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси», «Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 5		2019/2020
Індивідуальне завдання – Розрахункова робота		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 64/135		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,4		<b>Лекції*</b>
		40 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		0 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	24 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
	71 година	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64 години/71 година.

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** ознайомлення студентів з основами схемотехніки аналогових пристроїв, у першу чергу, тих, що виготовляються за інтегральною технологією, та методами їхнього аналізу.

**Завдання:** формування у студентів теоретичних та практичних знань та навичок, які дозволять здійснювати схемотехнічне проектування радіоелектронних пристроїв з аналогової обробки сигналів.

**Результати навчання:** у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- принципи функціонування основних аналогових пристроїв і їхніх базових елементів, у тому числі диференціальних каскадів і операційних підсилювачів, а також пристроїв обробки аналогових сигналів, побудованих на їхній базі, особливості схемотехніки цих пристроїв, що враховують їхню реалізацію за інтегральною технологією й необхідності забезпечення стабільності їхньої роботи;
- принципи побудови ланцюгів зворотного зв'язку і їхній вплив на основні показники й стабільність параметрів аналогових електронних пристроїв, побудованих на базі підсилювачів, які охоплені негативним зворотним зв'язком, уміти формувати ці ланцюги з метою забезпечення поліпшення якісних показників розроблювальних пристроїв і одержання заданих характеристик;

**вміти:**

- здійснювати схемотехнічне проектування розроблювальних підсилювальних і інших аналогових пристроїв, у тому числі побудованих на базі операційних підсилювачів, з урахуванням можливості їхньої реалізації за інтегральною технологією; виконувати розрахунки, пов'язані з вибором параметрів і режимів роботи розроблювальних пристроїв;
- уміти застосовувати методи аналізу підсилювальних і інших аналогових пристроїв, засновані на використанні еквівалентних схем; уміти складати ці схеми на базі принципів схем аналізованих пристроїв.

**Міждисциплінарні зв'язки:** навчальна дисципліна базується на матеріалі навчальних дисциплін «Теорія електричних кіл та сигналів», «Електронні прилади» і забезпечує наступне вивчення фахових дисциплін «Пристрої приймання та обробки сигналів в засобах зв'язку», «Пристрої формування та генерування сигналів в засобах зв'язку», «Обчислювальна техніка та мікропроцесори».

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

**Змістовний модуль 1 – Загальна характеристика підсилювальних пристроїв. Представлення активного елемента у вигляді лінійного чотириполюсника**

**ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка».**

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані. Структурна схема підсилювального пристрою. Характеристики джерел сигналу, навантаження і джерела живлення, їх еквівалентні схеми. Властивості власне підсилювача. Класифікація підсилювальних каскадів. Активні елементи і схеми їх включення. Складові транзистори: схема Дарлінгтона та її модифікації.

**ТЕМА 2. Представлення моделі транзистора у вигляді лінійного чотириполюсника.**

Система  $g$ -параметрів транзистора, фізичний зміст  $g$ -параметрів.  $Y$ -параметри транзистора. Повна і спрощена еквівалентні схеми транзистора в системі  $Y$ -параметрів.

**ТЕМА 3. Умови забезпечення лінійності моделі транзистора.**

Вимоги до вибору робочої точки, вибору амплітуди вхідного сигналу, вибору транзистора за частотними властивостями. Кусково-ламана і експоненціальна апроксимації прохідної вольт-амперної характеристики (ВАХ) транзистора. Виведення співвідношень для величини струму спокою, крутизни та вхідної провідності в робочій точці. Обґрунтування вимоги щодо забезпечення термостабільності каскаду.

**ТЕМА 4. Синтез принципової схеми підсилювального каскаду.**

Динамічні характеристики каскаду та їх взаємозв'язок. Режими роботи каскадів. Нестабілізовані кола зсуву та їх порівняльна характеристика.

**ТЕМА 5. Схеми стабілізації робочих характеристик підсилювального каскаду.**

Схеми термокомпенсації, емітерної та колекторної термостабілізації, алгоритми їх роботи. Генератор стабільного струму, синтез схеми, властивості.

#### **Модульний контроль**

**Змістовний модуль 2 – Аналіз схем резистивних каскадів без й зі зворотними зв'язками**

**ТЕМА 1. Методи аналізу каскадів по змінному струму**

Методи аналізу каскадів по змінному струму на основі використання загальної теорії навантаженого чотириполюсника і на основі використання еквівалентних схем.

## **ТЕМА 2. Аналіз резистивного каскаду по схемі зі спільним емітером (ССЕ)**

Принципова схема, аналіз в області середніх (нижніх) частот і в області верхніх частот. Амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) і фазочастотна характеристика (ФЧХ) каскаду. Вхідна ємність каскаду.

## **ТЕМА 3. Способи управління коефіцієнтом підсилення**

Підбір транзистора, зміна опору в колі колектора, вибір робочої точки, вибір навантаження. Каскад з динамічним навантаженням. Способи управління верхньою граничною частотою каскаду без зміни і зі зміною підсилювальних властивостей.

## **ТЕМА 4. Аналіз резистивного каскаду по ССЕ з послідовним негативним зворотним зв'язком по струму**

Принципова схема, виведення загального виразу для коефіцієнта підсилення і розгляд трьох окремих випадків: з опором емітерної термостабілізації, з колом емітерної термостабілізації  $Re_{Se}$  і емітерною високочастотною корекцією. Помножувач ємності.

## **ТЕМА 5. Аналіз резистивного каскаду по схемі зі спільним колектором (ССК)**

Синтез схеми та її особливості. Коефіцієнт підсилення, вхідний опір, вихідний опір, верхня гранична частота, вхідна ємність.

## **ТЕМА 6. Аналіз резистивного каскаду по схемі зі спільною базою (ССБ)**

Синтез схеми та її особливості. Коефіцієнт підсилення, вхідний опір, вихідний опір. Каскодна схема.

### **Модульний контроль**

#### **Змістовний модуль 3 – Узгодження в підсилювачах**

##### **ТЕМА 1. Узгодження джерела сигналу зі входом каскаду**

Безпосереднє з'єднання, через розділовий конденсатор, з використанням мостової схеми. Способи збільшення вхідного опору. Узгодження вихідного каскаду з навантаженням по постійному струму.

##### **ТЕМА 2. Міжкаскадне узгодження**

Узгодження з використанням розділового конденсатора, безпосереднім з'єднанням каскадів з транзисторами однієї провідності, безпосереднім з'єднанням каскадів на транзисторах різної провідності. Потенціометричне узгодження.

### **Модульний контроль**

#### **Змістовний модуль 4 – Диференціальний і вихідний каскади**

##### **ТЕМА 1. Особливості підсилювачів постійного струму**

Дрейф нуля. Диференціальний каскад, режими його роботи по постійному струму.

##### **ТЕМА 2. Диференціальний каскад із симетричним динамічним навантаженням**

Режим роботи по сигнальній та дрейфовій (синфазній) складових. Основні характеристики і показники роботи диференціального каскаду. Узгодження симетричного виходу з несиметричним входом.

### **ТЕМА 3. Базові схеми вихідного каскаду і їхня модернізація**

Вихідні каскади – загальні міркування і особливості розрахунку. Базові схеми одноктного та двотактного вихідних каскадів. Підвищення термостабільності, усунення асиметрії сигналу в навантаженні при роботі в режимі В, зниження вихідного опору, захист від перевантажень.

#### **Модульний контроль**

**Змістовний модуль 5 – Операційні підсилювачі та їх застосування.**

**Перемножувачі, аналогові ключі, комутатори та компаратори**

### **ТЕМА 1. Призначення і параметри операційних підсилювачів (ОП)**

Поняття ідеального ОП. Принципи побудови інтегральних ОП. Схеми включення ОП: інвертуюча, неінвертуюча і диференціальна.

### **ТЕМА 2. Підсилювачі на базі ОП зі зворотними зв'язками**

Підсилювачі на базі ОП з резистивними зворотними зв'язками, частотно-залежними зворотними зв'язками і з нелінійними зворотними зв'язками.

### **ТЕМА 3. Активні фільтри**

Класифікація активних фільтрів за видом АЧХ, видом фільтруючого полінома, порядком. Загальна схема активного фільтра з багатоконтурним зворотним зв'язком на базі інвертуючої схеми включення ОП. Коефіцієнт передачі активного фільтра другого порядку на ОП. Рівняння в операторній формі канонічних фільтрів другого порядку нижніх частот, верхніх частот, смугових. Синтез канонічного фільтра нижніх частот другого порядку на ОП.

### **ТЕМА 4. Перемножувачі, аналогові ключі та комутатори**

Реалізація перемножувачів на базі операційних підсилювачів і на базі диференціальних каскадів. Варіанти реалізації аналогових ключів на діодах, біполярних транзисторах, польових транзисторах. Компаратори, призначення та основні параметри, компаратор на диференціальному каскаді.

#### **Модульний контроль**

## **Модуль 2.**

Індивідуальне завдання.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1.</b> Загальна характеристика підсилювальних пристроїв. Представлення активного елемента у вигляді лінійного чотириполюсника					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Аналогова схемотехніка».	3	1	0	0	2
Тема 2. Представлення моделі транзистора у вигляді лінійного чотириполюсника.	5,5	2	0	1,5	2
Тема 3. Умови забезпечення лінійності моделі транзистора.	4	2	0	0	2
Тема 4. Синтез принципової схеми підсилювального каскаду.	5,5	3	0	1,5	1
Тема 5. Схеми стабілізації робочих характеристик підсилювального каскаду.	8	3	0	3	2
<b>Модульний контроль</b>	1	0	0	1	0
Разом за змістовним модулем 1	27	11	0	7	9
<b>Змістовний модуль 2.</b> Аналіз схем резистивних каскадів без й зі зворотними зв'язками					
Тема 1. Методи аналізу каскадів по змінному струму.	3	1	0	0	2
Тема 2. Аналіз резистивного каскаду по ССЕ.	8	3	0	3	2
Тема 3. Способи управління коефіцієнтом підсилення.	6,5	3	0	1,5	2
Тема 4. Аналіз резистивного каскаду по ССЕ з послідовним негативним зворотним зв'язком по струму.	6	2	0	2	2
Тема 5. Аналіз резистивного каскаду по ССК.	5,5	2	0	1,5	2
Тема 6. Аналіз резистивного каскаду по ССБ.	4	2	0	0	2
<b>Модульний контроль</b>	1	0	0	1	0
Разом за змістовним модулем 2	34	13	0	9	12
<b>Змістовний модуль 3.</b> Узгодження в підсилювачах					
Тема 1. Узгодження джерела сигналу зі входом каскаду.	3	2	0	0	1
Тема 2. Міжкаскадне узгодження.	4	2	0	0	2
<b>Модульний контроль</b>	1	0	0	1	0
Разом за змістовним модулем 3	8	4	0	1	3
<b>Змістовний модуль 4.</b> Диференціальний і вихідний каскади					



Тема 1. Особливості підсилювачів постійного струму.	4	2	0	0	2
Тема 2. Диференціальний каскад із симетричним динамічним навантаженням.	7	2	0	3	2
Тема 3. Базові схеми двотактного вихідного каскаду і їхня модернізація.	5	2	0	0	3
<b>Модульний контроль</b>	1	0	0	1	0
Разом за змістовним модулем 4	17	6	0	4	7
<b>Змістовний модуль 5. Операційні підсилювачі та їх застосування. Перемножувачі, аналогові ключі, комутатори та компаратори</b>					
Тема 1. Призначення і параметри операційних підсилювачів (ОП).	4	1	0	0	3
Тема 2. Підсилювачі на базі ОП зі зворотними зв'язками.	5	2	0	0	3
Тема 3. Активні фільтри.	3	1	0	0	2
Тема 4. Перемножувачи, аналогові ключі та комутатори.	4	2	0	0	2
<b>Модульний контроль</b>	1	0	0	1	0
Разом за змістовним модулем 5	17	6	0	1	10
<b>Усього годин</b>	<b>103</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>41</b>
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	30	-	-	-	30
<b>Контрольний захід</b>	2	0	0	2	0
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>71</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені.	
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Заняття навчальним планом не передбачені.	
	<b>Разом</b>	

### 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження статичних характеристик біполярного транзистора	1,5
2	Дослідження динамічних характеристик каскаду на біполярному транзисторі	1,5

3	Дослідження схем термостабілізації каскаду на біполярному транзисторі	1,5
4	Порівняльна характеристика резистивних каскадів по ССЕ і ССК	3
5	Дослідження підсилювальних властивостей резистивного каскаду по ССЕ	3
6	Дослідження схем високочастотної корекції	3,5
7	Дослідження диференціального каскаду	3
8	Проведення модульного контролю	5
9	Перевірка індивідуального завдання	2
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальна характеристика підсилювальних пристроїв. Представлення активного елемента у вигляді лінійного чотириполюсника	9
2	Аналіз схем резистивних каскадів без й зі зворотними зв'язками	12
3	Узгодження в підсилювачах	3
4	Диференціальний і вихідний каскади	7
5	Операційні підсилювачі та їх застосування. Перемножувачі, аналогові ключі, комутатори та компаратори	10
6	Виконання розрахункової роботи	30
	<b>Разом</b>	<b>71</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок по постійному струму резистивного каскаду за схемою ССЕ».

## 10. Методи навчання

Проведення лекцій, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за методичними матеріалами (посібниками).

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю при здачі лабораторних робіт, письмового модульного контролю, захисту розрахункових робіт, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	4	0...16
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 3</b>			
Робота на лекціях	0...1	2	0...2
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	1	0...4
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 4</b>			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...6	1	0...6
<b>Змістовний модуль 5</b>			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	1	0...4
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Виконання і захист РР	0...8	1	0...8
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, за кожне з яких можна отримати максимально по п'ятдесят балів (сума – 100 балів).

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи функціонування основних аналогових пристроїв і їхніх базових елементів, у тому числі диференціальних каскадів і операційних підсилювачів, а також пристроїв обробки аналогових сигналів, побудованих на їхній базі, особливості схемотехніки цих пристроїв, що враховують їхню реалізацію за інтегральною технологією й необхідності забезпечення стабільності їхньої роботи;

- принципи побудови ланцюгів зворотного зв'язку і їхній вплив на основні показники й стабільність параметрів аналогових електронних пристроїв, побудованих на базі підсилювачів, які охоплені негативним зворотним зв'язком, уміти формувати ці ланцюги з метою забезпечення поліпшення якісних показників розроблювальних пристроїв і одержання заданих характеристик.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- здійснювати схемотехнічне проектування розроблювальних підсилювальних і інших аналогових пристроїв, у тому числі побудованих на базі операційних підсилювачів, з урахуванням можливості їхньої реалізації за інтегральною технологією; виконувати розрахунки, пов'язані з вибором параметрів і режимів роботи розроблювальних пристроїв;
- уміти застосовувати методи аналізу підсилювальних і інших аналогових пристроїв, засновані на використанні еквівалентних схем; уміти складати ці схеми на базі принципів схем аналізованих пристроїв.

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60 - 74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та виконати розрахункову роботу.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати розрахункову роботу. Показати вміння виконувати та захищати лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням отриманих результатів.

**Відмінно (90 - 100).** Повною мірою знати основний та додатковий матеріал курсу. Виконати розрахункову роботу без зауважень. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконати та захистити всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням отриманих результатів.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Абрамов, К.Д. Основы схемотехники [Текст]: учеб.пособие / К.Д. Абрамов, С.К. Абрамов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 88 с. Загальний обсяг – 143 прим.
2. Абрамов, К.Д. Схемотехника дифференциальных и выходных усилительных каскадов [Текст]: учеб.пособие / К.Д. Абрамов, С.К. Абрамов. – Х.: Нац.

- аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 71 с. Загальний обсяг – 67 прим.
3. Абрамов, К.Д. Схемотехника устройств на операционных усилителях [Текст]: учеб.пособие / К.Д. Абрамов, С.К. Абрамов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 77 с. Загальний обсяг – 73 прим.
  4. Абрамов, К.Д. Основы цифровой схемотехники [Текст]: учеб.пособие / К.Д. Абрамов, С.К. Абрамов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2011. – 96 с. Загальний обсяг – 89 прим.

**Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:** [nmk@khai.edu](mailto:nmk@khai.edu)

Обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
  - конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
  - методичні вказівки та рекомендації для виконання курсових робіт та проектів, розрахункових та розрахунково-графічних робіт, лабораторних та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
  - тематики індивідуальних завдань;
  - приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
  - питання, тести для контрольних заходів;
  - каталоги інформаційних ресурсів;
- Додаткові складові НМКД (за необхідністю):
- збірники ситуативних завдань (кейсів);
  - комп'ютерні презентації;
  - ілюстративні матеріали (плакати, таблиці тощо).

## **14. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства. – М.: Связь, 1975. – 384с., ил. Загальний обсяг – 14 прим.
2. Мамонкин И.Г. Усилительные устройства. – М.: Связь, 1977. – 360с., ил. Загальний обсяг – 4 прим.
3. Головин О.В., Кубицкий А.А. Электронные усилители. – М.: Радио и связь, 2013. – 320с. Загальний обсяг – 1 прим.

### **Допоміжна**

1. Новиков, Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [Текст]: курс лекций / Ю.В. Новиков. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2013. – 344 с.

## **15. Інформаційні ресурси**

Сайт кафедри, розділ навчальної дисципліни «Аналоговая схемотехника»:  
<http://k504.xai.edu.ua/ucbeba.php>