


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

кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Костянтин ДЕРГАЧОВ
«15» серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Електроніка і основи схемотехніки

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

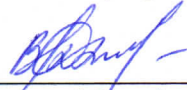
Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023

Розробник: Джулгаков В.Г., доцент кафедри Систем управління літальних апаратів


_____.
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№301)

Протокол № 1 від “25” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



Костянтин ДЕРГАЧОВ

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень ВО	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 10	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»	Обов'язкова навчальна дисципліна	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік:	
Кількість змістових модулів – 4			
Індивідуальні завдання: Розрахункові роботи у 3-му семестрі та у 4-му семестрі	Спеціальність: 173 «Авіоніка»	2023/2024	
		Семестр	
		3-й	4-й
Загальна кількість годин <i>кількість годин аудиторних занять*</i> / загальна кількість годин 144/300	Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів	Лекції	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: 3-й семестр: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 5,3; 4-й семестр: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,4			32 год.
		Практичні	Практичні
		16 год.	-
		Лабораторні	Лабораторні
		32 год.	32 год.
		Самостійна робота	Самостійна робота
		85 год.	71 год.
	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський).	Вид контролю	Вид контролю
		модульний контроль, іспит	модульний контроль, іспит

Примітка: Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання –144/156.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння здобувачами теоретичних основ побудови елементів електронної техніки, принципів їх роботи та принципів роботи сучасних електронних приладів.

Завдання: розвинення у здобувачів фахових знань і практичних навичок із формування схмотехнічних рішень при побудові електронних компонентів системи автоматичного управління (САУ), вибору функціональних електронних елементів, експериментального дослідження функціональних властивостей електронних приладів та схем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для спеціальності 173 «Авіоніка» ОПП «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів» студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності (ФК):

ФК2. Здатність використовувати основи електроніки, схмотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки.

ФК6. Здатність математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.

ПРН2. Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності.

ПРН4. Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.

ПРН6. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності.

ПРН12. Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.

ПРН17. Вміти створювати радіоелектронну апаратуру та прилади літальних апаратів і наземних комплексів із використанням систем автоматизованого проектування.

Пререквізити. Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислення; дослідження функцій та побудова їх графіків. Фізика: електричний струм, напівпровідники, закони Ома та Кирхгофа. Вступ до фаху. Осно-

ви метрології: вимірювання електричних величин, технологія роботи з вимірювальними приладами.

Кореквізити Електротехніка. Основи моделювання систем авіоніки.

Дисципліна підтримує наступні курси: Інформаційно-вимірювальні пристрої авіоніки. Приводи систем авіоніки. Мікроконтролери в системах управління. Системи управління літальними апаратами. Ознайомча практика. Кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Аналогові електронні компоненти, які використовують при побудові САУ.

Змістовий модуль 1. Напівпровідникові прилади.

Тема 1. Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів. Напівпровідникові діоди.

Історія розвитку електроніки. Пакети прикладних програм моделювання електричних схем. Напівпровідники. Принцип дії р-n переходу. Напівпровідникові діоди.

Тема 2. Застосування напівпровідникових діодів.

Застосування напівпровідникових діодів для випрямлення змінного струму. Схеми однофазних випрямлячів. Параметричний стабілізатор на стабілітроні.

Тема 3. Біполярні транзистори.

Основні типи біполярних транзисторів. Принцип дії біполярного транзистора. Режими роботи біполярних транзисторів. Основні параметри біполярного транзистора. Статичні вхідні та вихідні характеристики біполярного транзистора.

Тема 4. Основні схеми включення біполярних транзисторів.

Схеми включення зі спільною базою, спільним емітером, спільним колектором. Основні властивості схем включення біполярних транзисторів. Малосигнальні h-параметри.

Тема 5. Польові транзистори.

Польовий транзистор з управляючим р-n переходом. Основні характеристики та параметри польового транзистора з управляючим р-n переходом. МДН польові транзистори. Основні характеристики та параметри. Схеми включення ПТ зі спільним затвором, стоком та витоком. Основні властивості схем.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Підсилювачі сигналів.

Тема 6. Підсилювачі сигналів. Транзисторний підсилювач.

Основні параметри та характеристики підсилювачів сигналів. Зворотній зв'язок в підсилювачах сигналів. Динамічний режим роботи транзистора. Принцип роботи транзисторного каскаду підсилення. Робоча точка. Задання початкового зміщення. Схеми стабілізації робочої точки.

Тема 7. Режими роботи каскадів підсилення. Транзисторні каскади під-

силення.

Режими роботи каскадів підсилення. Диференційний підсилювальний каскад на біполярних транзисторах. Підсилювачі потужності на біполярних транзисторах. Каскади підсилення.

Тема 8. Принципи побудови операційних підсилювачів (ОП).

Інтегральний операційний підсилювач. Основні властивості ідеального операційного підсилювача. Внутрішня структура операційного підсилювача. Зворотній зв'язок в схемах з ОП.

Тема 9. Характеристики операційного підсилювача. Основні схеми включення операційного підсилювача.

Амплітудні та дрейфові характеристики. Вхідні та вихідні характеристики ОП. Динамічний діапазон. Схема інвертуючого включення ОП. Схема неінвертуючого включення ОП. Диференційна схема включення ОП.

Тема 10. Схеми виконання лінійних математичних операцій на операційному підсилювачі.

Схема інвертуючого суматора на ОП. Схема неінвертуючого суматора на ОП. Схема інтегрування на ОП. Схема диференціювання на ОП.

Тема 11. Порогові (граничні) схеми на операційних підсилювачах. Компаратори.

Аналогові компаратори. Дворівневий компаратор. Тригер Шмітта. Схеми застосування аналогових компараторів. Простий мультівібратор.

Тема 12. Схеми нелінійних перетворень на операційних підсилювачах

Схеми логарифмічного перетворення на операційному підсилювачі. Схеми антилогарифмічного перетворення на операційному підсилювачі. Схеми виконання арифметичних операцій з використанням логарифмічних схем на операційному підсилювачі.

Модульний контроль.

Індивідуальне завдання: розрахункова робота на тему «Розрахунок і побудова схеми перетворення сигналів на операційних підсилювачах»

Змістовий модуль 3. Генератори сигналів та активні фільтри

Тема 13. Генератори синусоїдальних сигналів.

Умови виникнення коливань в генераторах сигналів. Частотно-вибіркові кола в генераторах сигналів. Практичні схеми генераторів сигналів.

Тема 14. Генератори сигналів трикутної та прямокутної форми. Інтегральний мультівібратор на інтервальному таймері. Модуляція сигналів. Частотно-імпульсний модулятор. Широтно-імпульсний модулятор.

Тема 15. Активні фільтри на операційних підсилювачах.

Призначення та класифікація активних фільтрів. Схеми активних ФНЧ, ФВЧ першого порядку. Схеми активних ФНЧ, ФВЧ другого порядку. Смугові фільтри.

Модульний контроль.

Модуль 2. Цифрові компоненти, які використовують при побудові САУ

Змістовий модуль 4. Цифрові логічні пристрої та компоненти схемотехнічних рішень.

Тема 16. Основи теорії логічних (перемикальних) функцій.

Логічні функції й елементи. Представлення й перетворення логічних функцій. Структура й принцип дії логічних елементів. Мінімізація логічних функцій. Побудова логічних схем. Серії мікросхем логічних пристроїв та їх параметри. Приклади практичного застосування логічних елементів.

Тема 17. Комбінаційні логічні пристрої.

Мультиплексори й демультимплексори. Шифратори й дешифратори. Суматори. Цифровий компаратор. Перетворювачі кодів. Арифметико-логічний пристрій.

Тема 18. Тригери

Закони функціонування тригерів. RS- тригери на логічних елементах. Різновиди RS- тригерів. JK- тригери. D- тригер і T- тригер. Несиметричні тригери.

Тема 19. Регістри й лічильники

Загальні відомості про регістри. Зсувні регістри. Функціональні вузли на базі регістрів зсуву. Електронні цифрові лічильники. Каскадування лічильників. Лічильники з довільним коефіцієнтом рахування. Генератори імпульсів на лічильниках.

Тема 20. Запам'ятовуючі електронні пристрої.

Основні параметри й види запам'ятовуючих пристроїв. Статичні ОЗП. Динамічні ОЗП. Енергонезалежні ОЗП. Основні структури ОЗП. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Флеш-пам'ять. Розрахунок блоків ЗП адресного типу. Побудова адресних селекторів.

Тема 21. Цифроаналогові та аналого-цифрові перетворювачі.

Основні параметри ЦАП та АЦП. Загальний принцип дії ЦАП та АЦП. Методи реалізації перетворень та схемотехнічні рішення для ЦАП і АЦП.

Модульний контроль.

Індивідуальне завдання: розрахункова робота «Розрахунок адресного селектору для блоку запам'ятовуючих пристроїв».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	7
Семестр 3					
Модуль 1. Аналогові електронні компоненти, які використовують при побудові САУ					
Змістовий модуль 1. Напівпровідникові прилади.					
Тема 1. Фізичні основи побудови напівпровідникових приладів. Діоди.	14	2	2	4	6
Тема 2. Застосування напівпровідникових діодів та їх модифікацій.	22	2	4	8	8
Тема 3. Біполярні транзистори.	16	4		4	8
Тема 4. Основні схеми включення біполярних транзисторів.	8	2			6
Тема 5. Польові транзистори.	16	4		4	8
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовим модулем 1	78	14	6	20	38
Змістовий модуль 2. Підсилювачі сигналів					
Тема 6. Підсилювачі сигналів. Транзисторний підсилювач.	10	4	2		4
Тема 7. Режими роботи каскадів підсилення. Транзисторні каскади підсилення.	10	4			6
Тема 8. Принципи побудови операційних підсилювачів (ОП).	6	2			4
Тема 9. Характеристики операційного підсилювача. Основні схеми включення ОП	14	2	2	4	6
Тема 10. Схеми виконання лінійних математичних операцій на операційному підсилювачі.	18	2	6	4	6
Тема 11. Порогові (граничні) схеми на операційних підсилювачах. Компаратори	11	2		4	5
Тема 12. Схеми нелінійних перетворень на операційних підсилювачах	6	2			4
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовим модулем 2	77	18	10	12	37
Індивідуальне завдання. Розрахункова робота «Розрахунок і побудова схеми перетворення сигналів на операційних підсилювачах»	10	-	-	-	10
Разом за модулями 1 і 2 (семестр 3)	165	32	16	32	85

Семестр 4					
Змістовий модуль 3. Аналогові компаратори, генератори сигналів та активні фільтри					
Тема 13. Генератори синусоїдальних сигналів	12	2		4	6
Тема 14. Генератори сигналів трикутної та прямокутної форми	12	2		4	6
Тема 15. Активні фільтри на операційних підсилювачах.	16	4		4	8
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовим модулем 3	42	8	-	12	22
Модуль 2. Цифрові компоненти, які використовують при побудові САУ					
Змістовий модуль 4. Цифрові логічні елементи та компоненти схемотехнічних рішень					
Тема 16. Основи теорії логічних (перемикальних) функцій.	14	4		4	6
Тема 17. Комбінаційні логічні пристрої	14	4		4	6
Тема 18. Тригери	14	4		4	6
Тема 19. Регістри й лічильники	14	4		4	6
Тема 20. Запам'ятовуючі електронні пристрої.	10	4		-	6
Тема 21. Цифроаналогові перетворювачі. Аналого-цифрові перетворювачі.	15	4		4	7
Модульний контроль	2				2
Разом за змістовим модулем 4	83	24	-	20	39
Індивідуальне завдання. Розрахункова робота «Розрахунок функціональних блоків цифрових пристроїв»	10	-	-	-	10
Разом за модулями 3 і 4 (семестр 4)	135	32		32	71
Усього годин	300	64	16	64	156

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не заплановано	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк.год.
1	2	3
Модуль 1. Аналогові електронні компоненти, які використовують при побудові САУ		
1	Застосування віртуальних вимірювальних приладів	2
2	Розрахунок параметрів напівпровідникових діодів	2

3	Розрахунок параметрів схеми зі напівпровідниковими стабілітронами.	2
4	Однофазні випрямлячі	2
5	Розрахунок параметрів операційного підсилювача	2
6	Розрахунок каскадних схем на операційних підсилювачах	2
7	Методика побудови схеми електричної принципової із застосуванням ОП	2
8	Методика побудови монтажною схеми пристрою із застосуванням ОП	2
	Разом за модулем 1 (у семестрі 3)	16
Модуль 2. Цифрові компоненти, які використовують при побудові САУ		
	Не заплановано	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семестр 3		
1	Дослідження ланцюгів з різним з'єднанням резисторів та RC ланцюгів	4
2	Дослідження характеристик напівпровідникових діодів	4
3	Дослідження характеристик стабілітрону і параметричного стабілізатора напруги	4
4	Дослідження статичних характеристик біполярного транзистора	4
5	Дослідження статичних характеристик польового транзистора	4
6	Дослідження характеристик підсилювальних каскадів на базі інтегрального операційного підсилювача	4
7	Дослідження схем на операційних підсилювачах для виконання операцій додавання і віднімання	4
8	Дослідження схем граничних пристроїв на базі ОП	4
	Разом за модулем 1 (семестр 3)	32
Семестр 4		
1	Дослідження схем мультівібратора на ОП та RC-генераторів з мостом Віна і T-мостом	4
2	Дослідження схем модуляторів на ОП	4
3	Дослідження схем фільтрів на операційних підсилювачах	4
4	Мінімізація логічних функцій і побудова схем логічних пристроїв	4
5	Розрахунок і дослідження схем комбінаційного типу (мультиплексорів та дешифраторів)	4

6	Дослідження схем тригерів	4
7	Розрахунок і дослідження схем лічильників	4
8	Дослідження схем ЦАП і АЦП	4
	Разом за модулем 2 (семестр 4)	32
	Разом	64

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Аналогові електронні компоненти які використовуються при побудові САУ (семестр 3)		
1	Домішки, що використовують при побудові напівпровідникових приладів.	6
2	Різновиди та застосування напівпровідникових діодів.	8
3	Біполярні транзистори. Принцип дії.	8
4	Основні схеми включення біполярних транзисторів.	6
5	Польові транзистори. Основні схеми включення.	8
6	Підсилювачі сигналів. Транзисторний підсилювач.	4
7	Транзисторні каскади підсилення.	6
8	Операційні підсилювачі. Принцип дії.	4
9	Основні схеми включення операційного підсилювача.	6
10	Схеми виконання арифметичних операцій з використанням ОП.	6
11	Реалізація та застосування компараторів на ОП	5
12	Схеми виконання арифметичних операцій з використанням логарифмічних схеми на ОП	4
13	Модульний контроль 1	2
14	Модульний контроль 2	2
15	Індивідуальне завдання: розрахункова робота 1	10
	Разом за модулем 1 (семестр 3)	85
Модуль 2. Аналогові та цифрові компоненти схмотехнічних рішень, які використовуються при побудові САУ (семестр 4)		
1	Генератори сигналів синусоїдальної форми	6
2	Генератори сигналів спеціальної форми.	6
3	Схемна реалізація активних фільтрів на ОП	8
4	Основи теорії логічних (перемикальних) функцій Логічні функції й елементи. Представлення й перетворення логічних функцій.	6
5	Комбінаційні логічні пристрої. Арифметико-логічний пристрій.	6
6	Несиметричні тригери. Цифрові автомати.	6
7	Функціональні вузли на базі регістрів зсуву. Електронні	6

	лічильники. Генератори імпульсів на лічильниках	
8	Енергонезалежні ОЗП. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Флеш-пам'ять.	6
9	Різновиди схемних рішень ЦАП та АЦП.	7
10	Модульний контроль 3	2
11	Модульний контроль 4	2
12	Індивідуальне завдання: розрахункова робота 2	10
	Разом за модуль 2 (семестр 4)	71
	Разом	156

9. Індивідуальні завдання

1. Розрахункова робота 1. Семестр 3. «Розрахунок і побудова схеми перетворення сигналів на ОП».
2. Розрахункова робота 2. Семестр 4. «Розрахунок функціональних блоків цифрових пристроїв».

10. Методи навчання

Словесні: лекція, пояснення, навчальна дискусія. Наочні: презентації. Практичні: лабораторні та практичні роботи. Індивідуальні консультації.

11. Методи контролю

Поточний контроль - відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; захисту лабораторних робіт, захисту розрахункових робіт, модульний контроль. Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді іспитів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти Семестр 3

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	5	0...25
Виконання і захист практичних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Виконання і захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Виконання і захист РР	0 ...20	1	0...20
Усього за семестр 3			0...100

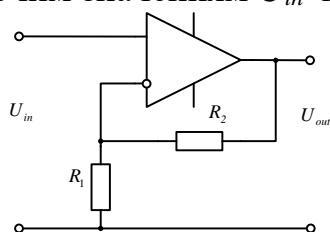
Семестр 4

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...10	5	0...50
Модульний контроль	0...5	1	0...5
Виконання і захист РР	0...10	1	0...10
Усього за семестр		0...100	

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з одного теоретичного питання (30 балів), одного практичного питання (30 балів) та одного лабораторного завдання, яке необхідно виконати на комп'ютері (40 балів).

Приклад білету.

1. Принцип дії р-п переходу. Напівпровідникові діоди. Принцип дії основні характеристики. Вольт-амперна характеристика.
2. Зібрати у середовищі EWB схему інвертуючого підсилювача на ОП LM358 з коефіцієнтом підсилення 10.
3. Для заданої схеми $R_1 = 10$ кОм, $U_{out} = 5$ В, $K_{oc} = 5$ (коефіцієнт підсилення схеми зі зворотнім зв'язком), визначити R_2 , U_{in} . Для синусоїдного сигналу з діючим значенням U_{in} побудувати графіки вхідної та вихідної напруги.



Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється студенту:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Електроніка і основи схемотехніки». Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи зі схемотехніки. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється студенту:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи зі схемотехніки. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється студенту:

3.1 Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи зі схемотехніки.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит	Залік
90 – 100	Відмінно	зараховано
75 – 89	Добре	
60 -74	Задовільно	
0 – 59	незадовільно	незараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Електроніка і основи схемотехніки».

2. Електроніка та основи схемотехніки / В.І. Барсов, А.Я. Зимовін, О.Ю. Костерна.- Навчальний посібник з лабораторного практикуму.- Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2020. - 194 с.

3. НМКД в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301.

https://drive.google.com/drive/folders/1SjLs4eBdT_kHCw0HFX3fs7IHNZNZ3pjJ

14. Рекомендована література

Базова

1. Колонтаєвський, Ю. П. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: навч. посіб. / Ю. П. Колонтаєвський, А. Г. Сосков / за ред. А. Г. Соскова. – К. : Каравела, 2004.– 432 с.

2. Оксанич, А. П. Компьютерна електроніка : навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів у 2 ч. / А. П. Оксанич, С. Е. Притчин, О. В. Вашерук. – Х. : Компанія СМІТ, 2006. – 200 с.

Допоміжна

1. Електроніка та мікросхемотехніка (Електронний ресурс): навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Победаш, В.В. Святненко; - Київ: НТТУ Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569>

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 301: k301.khai.edu