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

кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова НМК 2
_____Д.М. Крицький
« » 2021 р.

СИЛАБУС ОБОВ’ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електроніка і основи схемотехніки

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань:17 «Електроніка та телекомунікації», 15 «Автоматизація та приладобудування», 27 «Транспорт».

Спеціальності:173 «Авіоніка», 151 «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», 272 «Авіаційний транспорт».

Освітні програми: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів,Інженерія мобільних додатків, Комп’ютерні системи технічного зору, Інтелектуальні транспортні системи,

Рівень вищої освіти:перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків 2021

Розробник: Барсов В.І., професор кафедри Систем управління літальних апаратів, д.т.н., професор _____.
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1_ від “27 ” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент _____ К.Ю. Дергачов

Погоджено з представником здобувачів освіти:
старости групи 320 _____ Захара А.Ю.
(підпис) (ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

Барсов Валерій Ігорович, доктор технічних наук, професор;
посада: професор кафедри Систем управління літальних апаратів;
перелік дисциплін, які викладає : методи обчислення та моделювання на ЕОМ; електроніка і основи схемотехніки;
напрями наукових досліджень: інформаційні технології;
контактна інформація: ел. пошта: v.barsov@khai.edu.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестри, в якому викладається дисципліна 3,4 .
Обсяг дисципліни: 10 кредитів ЄКТС/300 годин, у тому числі аудиторних – 144 год., самостійної роботи здобувачів – 156 год.
Форма здобуття освіти – денна, дистанційна.
Дисципліна обов'язкова.
Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, індивідульні завдання.
Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).
Мова викладання – українська.

Пререквізити. Вища математика: диференціальне та інтегральне обчислювання; дослідження функцій та побудова їх графіків. Електротехніка: закони Ома та Кирхгофа. Фізика: електричний струм. Інформатика: основи роботи на ПЕОМ.

Кореквізити Мікроконтролери в системах управління. Теорія автоматичного управління. Системи управління літальними апаратами. Теорія цифрових систем управління.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: 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 схемотехнічних рішень при побудові системи автоматичного управління (САУ), вибору функціональних електронних елементів, експериментального дослідження функціональних властивостей електронних приладів та схем.

Компетентності, які набуваються:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Вміння використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем автоматизації.

Здатність реалізовувати та використовувати апаратні та програмно-алгоритмічні засоби щодо збільшення точності та надійності систем управління.

Вміння визначати склад випробувального обладнання, необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління і автоматизації.

Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі автоматизації.

Очікувані результати навчання:

Використовувати різні форми представлення систем автоматизації та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем автоматизації.

Застосовувати сучасні технології автоматизації проектування та конструювання інформаційно-управляючих систем у галузі автоматизації, вміти створювати апаратно-програмні засоби стосовно збільшення точності, надійності функціонування систем управління.

Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління і автоматизації.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Аналогові електронні компоненти які використовуються при побудові САУ.

Змістовий модуль 1.Напівпровідникові прилади.

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

Форма занять: лекції, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження 12 год.

Теми лабораторних занять: дослідження ланцюгів з різним з'єднанням резисторів та RC ланцюгів; дослідження характеристик напівпровідникових діодів.

Тема практичних занять: розрахунок параметрів напівпровідникових діодів.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 11 год.

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

Тема 2. Застосування напівпровідникових діодів.

Форма занять: лекції, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 16 год.

Теми лабораторних занять: дослідження характеристик стабілітрону і параметричного стабілізатора напруги; дослідження характеристик тиристорів .

Тема практичних занять: розрахунок параметрів схеми зі напівпровідниковими стабілітронами, однофазні випрямлячі.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 16 год.

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

Тема 3. Біполярні транзистори.

Форма занять: лекції, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -10 год.

Теми лабораторних занять: дослідження статичних характеристик біполярного транзистора.

Тема практичних занять: статичні вхідні та вихідні характеристики біполярного транзистора.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 8 год.

Стисла анотація. 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.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 6 год.

Тема практичних занять: розрахунок h-параметрів біполярних транзисторів..

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 3 год.

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

Тема 5. Польові транзистори.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження статичних характеристик польового транзистора.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 5 год.

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

Модульний контроль.

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль 2.Підсилювачі сигналів.

Тема 6. Підсилювачі сигналів. Транзисторний підсилювач.

Форма занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -6 год.

Тема практичних занять: розрахунок параметрів підсилювального каскаду на біполярному транзисторі.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

Стисла анотація. 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 підсилення.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -4 год.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 год.

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

Тема 8. Операційні підсилювачі. Схеми перетворення сигналів з операційними підсилювачами.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -2 год.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 2 год.

Стисла анотація. Схеми перетворення сигналів з операційними підсилювачами. Інтегральний операційний підсилювач. Основі 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.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження характеристик підсилювальних каскадів на базі інтегрального операційного підсилювача.

Тема практичних занять: розрахунок параметрів операційного підсилювача та суматора на ОП.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 8 год.

Стисла анотація. Амплітудні та дрейфові характеристики. Вхідні та вихідні характеристики операційних підсилювачів. Динамічний діапазон. Схема інвертуючого включення операційного підсилювача. Схема неінвертуючого включення операційного підсилювача. Диференційна схема включення операційного підсилювача.

Тема 10. Схеми виконання математичних операцій на операційному підсилювачі.

Форма занять: лекції, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем на операційних підсилювачах для виконання операцій вирахування й підсумовування.

Тема практичних занять: розрахунок схем логарифмічного перетворення на операційному підсилювачі.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 12 год.

Стисла анотація. Схема інвертуючого суматора на операційному підсилювачі. Схема неінвертуючого суматора на операційному підсилювачі. Схема інтегрування на операційному підсилювачі. Схема диференціювання на операційному підсилювачі. 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.

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2.

Індивідуальне завдання: розрахункова «Розрахунок транзисторного каскаду підсилення».

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

Модуль 3. Аналогові та цифрові компоненти схемотехнічних рішень, які використовуються при побудові САУ.

Змістовий модуль 3. Аналогові компаратори, генератори сигналів та активні фільтри.

Тема 11. Аналогові компаратори. Тригер Шмітта.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження граничних пристроїв на базі ОП; дослідження схем диференціаторів та інтеграторів на ОП.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 9 год.

Стисла анотація. Аналогові компаратори. Основні характеристики. Тригер Шмітта. Дворівневий компаратор. Прецензійний тригера Шмітта. Схеми застосування аналогових компараторів.

Тема 12. Генератори синусоїдальних сигналів.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -4 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем мультивібратора на ОП та RC-генератора з мостом Віна ; дослідження схем модуляторів на ОП.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

Стисла анотація. Умови виникнення коливань в генераторах сигналів. Частотовибіркові кола в генераторах сигналів. Практичні схеми генераторів сигналів. Генератори сигналів трикутної форми. Мультивібратори.

Тема 13. Активні фільтри на операційних підсилювачах.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження - 4 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем фільтрів на операційних підсилювачах.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

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

Модульний контроль.

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Змістовий модуль 4. Цифрові логічні елементи та компоненти схемотехнічних рішень, які використовуються при побудові САУ.

Тема 14. Основи теорії логічних (перемикальних) функцій.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження роботи логічних елементів та синтез логічних схем комбінаційного типу

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

Стисла анотація. Логічні функції й елементи. Представлення й перетворення логічних функцій. Структура й принцип дії логічних елементів.

Тема 15. Комбінаційні логічні пристрої

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -12 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем шифраторів, дешифраторів, мультиплексорів, демультиплексорів.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 8 год.

Стисла анотація. Шифратори й дешифратори. Мультиплексори й демультиплексори. Суматори. Цифровий компаратор. Перетворювачі кодів. Арифметико-логічний пристрій.

Тема 16. Тригери

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем тригерів.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 год.

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

Тема 17. Регістри й лічильники

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: математичні обчислення в середовищі Matlab; створення наукової й інженерної графіки в середовищі Matlab; рішення рівнянь і систем рівнянь у середовищі Matlab; обчислення інтегралів і рішення диференціальних рівнянь у середовищі Matlab; рішення диференціальних, лінійних і нелінійних систем рівнянь у середовищі Simulink.

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 6 год.

Стисла анотація. Загальні відомості про регістри. Зсувні регістри. Синхронні зсувні регістри зі зворотними зв'язками. Функціональні вузли на базі регістрів зсуву. Електронні лічильники.

Тема 18. Запам'ятовуючі електронні пристрої.

Форма занять: лекції, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -4 год.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 4 год.

Стисла анотація. Основні параметри й види запам'ятовуючих пристроїв. Статичні ОЗП. Динамічні ОЗП. Енергонезалежні ОЗП. Основні структури ОЗП. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Флеш- пам'ять.

Тема 19. Цифро – аналогові перетворювачі. Аналого – цифрові перетворювачі.

Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

Обсяг аудиторного навантаження -8 год.

Теми лабораторних занять: дослідження схем аналого-цифрового перетворювача та цифро-аналогового перетворювача..

Обов'язкове обладнання – комп'ютер, спеціалізований лабораторний стенд.

Обсяг самостійної роботи здобувачів 8 год.

Стисла анотація. Основні параметри ЦАП та АЦП. Принцип дії. Схемні рішення ЦАП та АЦП.

Модульний контроль.

Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).

Обсяг аудиторного навантаження: за необхідністю.

Обов'язкові предмети та засоби - відсутні.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години. Підготовка до модульного контролю.

Модуль 4.

Індивідуальне завдання: розрахункова робота «Активні фільтри на операційних підсилювачах».

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 6 годин.

5. Індивідуальні завдання

1. «Розрахунок транзисторного каскаду підсилення» - 3 семестр.
2. «Активні фільтри на операційних підсилювачах» - 4 семестр.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Поточний контроль - відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; тестування.

Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді письмового іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

3 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0…1	9	0…9
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Виконання і захист практичних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0…2	1	0…2
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0…1	7	0…7
Виконання і захист лабораторних робіт	0…5	2	0…10
Виконання і захист практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0…2	1	0…2
Виконання і захист РР	0 …8	1	0…8
Усього за семестр			**0…100**

4 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0…1	4	0…4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	2	0...16
Модульний контроль	0…5	1	0…5
Змістовний модуль 4			

Робота на лекціях	0…1	12	0…12
Виконання і захист лабораторних робіт	0...8	6	0...42
Модульний контроль	0…5	1	0…5
Виконання і захист РР	0…16	1	0…16
Усього за семестр		**0…100**	

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

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

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. 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/u/2/folders/1aZv4a2C83teTpdlL2Jd6F8jpjp-lVWlB

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 мікросхеотехніка (Електронний ресурс): навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050702 "Електромеханіка"/ А.А. Щерба, К.К. Побєдаш, В.В. Святненко; - Київ: НТТУ Режим доступу: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/3569

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k301.info