



СХЕМОТЕХНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>172 Телекомунікації та радіотехніка</i>
Освітня програма	<i>Телекомунікації та радіотехніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2- й курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредити – 210 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>6 годин на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент Трубаров Ігор Володимирович, (068) 128-58-22, trubarov.i@gmail.com Практичні: кандидат технічних наук, доцент Трубаров Ігор Володимирович, (068) 128-58-22, trubarov.i@gmail.com ; кандидат технічних наук Авдєєнко Гліб Леонідович Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент Трубаров Ігор Володимирович, (068) 128-58-22, trubarov.i@gmail.com ; кандидат технічних наук Авдєєнко Гліб Леонідович
Розміщення курсу	https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=1668

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна належить до професійної та практичної складової циклу дисциплін професійної підготовки студентів.

Предмет навчальної дисципліни – принципи побудови й функціонування цифрових та аналогових пристроїв телекомунікаційного обладнання, види цифрових й аналогових вузлів та принципи їхнього функціонування, основні методи розрахунку цифрових та аналогових вузлів електронних схем.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- аналізувати роботу цифрових та аналогових вузлів за принциповою схемою;
- здійснювати імітаційне моделювання цифрових та аналогових електронних схем з використанням систем автоматизованого проектування на EOM;
- синтезувати цифрові та аналогові електронні вузли за наданим технічним завданням.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- будови, принципу дії, функціональних можливостей, характеристик та параметрів базових цифрових та аналогових вузлів, які широко застосовуються для побудови електронної апаратури зв'язку.

- типових цифрових та аналогових функцій та методів їх реалізації на основі логічних елементів, операційних підсилювачів та елементів пам'яті.

уміння:

- знаходити схемотехнічні рішення реалізації заданих цифрових та аналогових функцій, будувати функціональні схеми та розраховувати параметри їх елементів.
- експериментально досліджувати за допомогою імітаційних комп'ютерних моделей функціональні властивості цифрових та аналогових пристроїв, вимірювати їх параметри та характеристики.
- читати та аналізувати функціональні та принципові схеми цифрових та аналогових вузлів радіоелектронної апаратури.

досвід:

- аналізу процесів функціонування основних цифрових та аналогових вузлів, побудови часових діаграм їх роботи.
- імітаційного моделювання основних цифрових та аналогових вузлів з використанням системи автоматизованого проектування.
- проектування основних цифрових та аналогових вузлів.

Вивчення навчальної дисципліни забезпечує:

- формування у студентів таких програмних компетентностей:

- ЗК4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ФК10 Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки
- ФК15 Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування

- набуття студентами наступних програмних результатів навчання:

- ПРН2 Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.
- ПРН13 Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах
- ПРН14 Застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв
- ПРН20 Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем
- ПРН25 Виконувати пошуково-дослідні роботи по вдосконаленню сучасних безпроводових технологій, провадити розрахунки необхідних параметрів проєктованих мереж; створювати та оформлювати проектну і експлуатаційну документацію, проводити розрахунки і вимірювання частотно-територіального планування, здійснювати технічне забезпечення безпроводових мереж та систем мобільних інфокомунікацій

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни здобувач повинен володіти знаннями з таких дисциплін:

- "Фізика";
- "Теорія електричних кіл".

На результатах вивчення даної дисципліни базуються такі дисципліни:

- "Цифрова обробка сигналів";
- "Передавальні та приймальні пристрої";
- "Системи комутації телекомунікаційних мереж";
- "Безпроводові телекомунікаційні системи".

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ СХЕМОТЕХНІКИ

Тема 1.1. Напівпровідники та їхні властивості

Предмет та роль схемотехніки в галузі інфокомунікацій. Класифікація електронних приладів. Режими електронних приладів. Власні та домішкові напівпровідники.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ТИПИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ

Тема 2.1. Напівпровідникові діоди

Пробої р-n переходу. Моделі діодних структур. Класифікація та позначення діодів

Тема 2.2. Біполярні транзистори

Схеми підключення транзистора. ВАХ БТ зі спільною базою та спільним емітером. Диференціальні параметри БТ та їх знаходження. Схеми заміщення БТ.

Робота БТ у режимі підсилення. Параметри підсилювача. Графоаналітичний розрахунок параметрів транзистора в режимі підсилення. Схеми заміщення транзистора на високій частоті. Частотна залежність параметрів БТ. Межові та граничні частоти БТ.

Імпульсний режим роботи БТ. Розрахунок параметрів БТ в стаціонарному режимі. Часові параметри БТ.

Тема 2.3. Тиристори та диністори

Структура та принцип роботи тиристорів, схеми підключення. Вольт-амперна характеристика та параметри. Імпульсне перемикання тиристорів.

Тема 2.4. Польові транзистори

Будова та принцип роботи ПТ з р-n переходом. Статичні ВАХ ПТ. Параметри ПТ. Структура, принцип роботи та ВАХ ПТ з індукованим каналом. Структура, принцип роботи та ВАХ ПТ з вбудованим каналом. Вплив температури на параметри ПТ.

Робота ПТ в режимі підсилення. Схема заміщення ПТ і частотні параметри. Вплив частоти на параметри. Знаходження максимальної потужності підсилювача на ПТ. Стаціонарні режими роботи ПТ. Перехідні процеси при перемиканні. Часові параметри ПТ.

РОЗДІЛ 3. ТИПОВІ СХЕМИ ОБРОБКИ СИГНАЛУ

Тема 3.1. Диференційний каскад. Операційні підсилювачі та схеми на їхній основі

Диференційний сигнал та диференційний каскад підсилення. Визначення, параметри, характеристики та класифікація операційних підсилювачів. Реалізація основних схем обробки сигналу за допомогою операційних підсилювачів.

РОЗДІЛ 4. ЦИФРОВІ ВУЗЛИ

Тема 4.1. Основи алгебри логіки

Предмет цифрової схемотехніки. Поняття про цифровий сигнал. Елементарні операції та співвідношення алгебри логіки. Способи представлення логічних функцій.

Задача мінімізації. Мінімізація за допомогою алгебричних перетворень. Використання карт Карно для мінімізації логічних функцій.

Тема 4.2. Комбінаційні цифрові вузли

Класифікація цифрових вузлів. Основні види цифрових вузлів

Тема 4.3. Тригери

Основні властивості тригерів та їх класифікація. Умовні позначення тригерів. Принцип роботи RS-тригера. Реалізація RS-тригерів у різних логічних базисах.

D-тригери. T- і TV-тригери. JK-тригери. Тригери з динамічним керуванням.

Тема 4.4. Послідовнісні цифрові вузли

Загальні відомості про лічильники. Їх параметри та класифікація. Принципи роботи двійкових лічильників. Двійкові лічильники з послідовним переносом. Двійкові лічильники з паралельним переносом.

Загальні відомості про лічильники-дільники. Побудова дільників на основі двійкових лічильників. Дільники на нерегулярних лічильних структурах.

Класифікація та система параметрів регістрів. Регістри зберігання. Регістри зсуву. Застосування регістрів для ділення та розподілу імпульсів

РОЗДІЛ 5. ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ЦИФРОВОЇ СХЕМОТЕХНІКИ

Тема 5.1. Напівпровідникові логічні елементи

Класифікація та система параметрів логічних елементів. Транзисторно-транзисторна логіка (ТТЛ). Емітерно-зв'язана логіка (ЕЗЛ). Логіка на комплементарних МДН-транзисторах (КМДН-логіка).

Загальні положення та визначення. Класифікація запам'ятовувальних пристроїв. Основні структури адресних запам'ятовувальних пристроїв. Пристрої постійної пам'яті (ROM). Пристрої оперативної пам'яті (RAM).

Тема 5.2. Програмовані логічні інтегральні схеми

Загальні положення та визначення. Програмовані логічні матриці. Програмована матрична логіка. Базові матричні кристали.

Програмовані вентильні матриці (FPGA). Складні програмовані логічні ІС (CPLD). Порівняльна характеристика НВІС ПЛ типу FPGA та CPLD. НВІС програмованої логіки типу «система на кристалі» (SoC). Етапи проектування цифрових пристроїв.

РОЗДІЛ 6. ЦИФРО-АНАЛОГОВІ І АНАЛОГОВО-ЦИФРОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

Тема 6.1. Цифро-аналогові перетворювачі

Призначення та параметри ЦАП. Схема ЦАП на зважених струмах. Схема ЦАП з резистивною матрицею R-2R.

Тема 6.2. Аналогово-цифрові перетворювачі

Призначення, класифікація та параметри АЦП. АЦП паралельного типу. АЦП паралельно-послідовного типу. АЦП послідовного наближення. АЦП з подвійним інтегруванням.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Ладик О. І., Лебедев О. М. Основи дискретної схемотехніки, підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К., НТУУ «КПІ», 2010 р.
2. О.М. Лебедев, О.І. Ладик Цифрова техніка, К.: «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2004 р.
3. О.М. Лебедев, О.І. Ладик Цифрова схемотехніка, К.: «Арістей» НТУУ «КПІ».
4. І.В. Трубаров. Цифрова схемотехніка: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 22 с.
5. Сенько В. І. Електроніка і мікросхемотехніка: у 4-х томах. Том 3. Цифрові пристрої: Підручник / В.І. Сенько, М.В. Панасенко, Є.В. Сенько, М.М. Юрченко, Л.І. Сенько, В.В. Ясінський ; за ред. В.І. Сенька. – Київ: Каравела, 2008. – 400 с. – ISBN 978-966-96076-7-6.

Допоміжна література

1. Pedroni, Volnei A. Digital Electronics and Design with VHDL. – Morgan Kaufmann. – ISBN: 978-0-12-374270-4.
2. Bakshi, U. A. Analog and Digital Electronics / U. A. Bakshi, A. P. Godse. – Technical Publications Pune. – ISBN 978-818-431690-2.
3. Комп'ютерна схемотехніка навчальний посібник / [Я. І. Соколовський, І. Б. Пірко, І. Р. Кенс та ін.]. – Львів: Видавництво «Магнолія»-2006, 2021. – 313 с.
4. Єнікеев О. Ф. Схемотехніка та мікроелектроніка посібник для студентів галузей знань 15 «Автоматизація та приладобудування» і 12 «Інформаційні технології» усіх спеціальностей і форм навчання / О. Ф. Єнікеев, О. В. Разживін, О. В. Суботін. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – 167 с.
5. Карташов В. М. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. Схемотехніка електронних систем підручник для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / В. М. Карташов, Л. П. Тимошенко. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 368 с.
6. Сєдов С. О. Аналогове оброблення сигналів. Схемотехніка. Розрахунки підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Телекомунікації та радіотехніка» / С. О. Сєдов. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 297 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування навчальної дисципліни «Схемотехніка» полягає в послідовному набутті практичних навичок з розрахунку та проектування схем основних вузлів аналогових та цифрових електронних приладів телекомунікацій. Методика опанування дисципліни передбачає такі етапи роботи студента над матеріалом:

- 1) Отримання теоретичного матеріалу протягом лекції.
- 2) Самостійне опрацювання даного матеріалу, спираючись на посилання на джерела інформації.
- 3) Отримання навичок практичних розрахунків електронних схем на практичних заняттях.
- 4) Самостійне застосування даних навичок для розрахунку електронних схем для виконання завдань лабораторних робіт.
- 5) Контроль отриманих знань та навичок під час виконання контрольних робіт та тестів до лабораторних робіт.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Для активізації сприйняття теоретичних та прикладних положень дисципліни “Схемотехніка” студент повинен повторити матеріал, який було викладено в курсах загальної фізики та основ теорії електричних кіл.

Самостійна робота студента передбачає такі етапи:

- Самостійне опрацювання матеріалу кожної лекції. При цьому необхідно виділити усі незрозумілі поняття та твердження та за допомогою літературних джерел, посилання на які наведено в лекції, опрацювати їх. Усі питання, які залишаються після роботи з матеріалом лекції, необхідно винести на найближче практичне заняття для обговорення з викладачем.
- Самостійне виконання розрахунків, що розглядались на практичних заняттях. Для цього рекомендується повторювати процедуру синтезу схемотехнічних вузлів, розглянуту на практичному занятті, для інших значень параметрів.
- Самостійне комп'ютерне моделювання роботи схемотехнічних вузлів за допомогою САПР. Для цього рекомендується виконувати різні варіанти завдання для кожної лабораторної роботи.

Контроль якості опанування студентом дисципліни здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях, під час захисту лабораторних робіт, написання МКР, а також на іспиті з дисципліни.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

7.1. Лабораторні роботи

Захист кожної лабораторної роботи передбачає виконання таких обов'язкових кроків:

1) Оформлення звіту з лабораторної роботи. Необхідно завантажити звіт з лабораторної роботи (приймаються до завантаження тільки файли PDF-формату).

Звіт оформлюється у вигляді електронного документа. Вимоги щодо оформлення наведено в методичних вказівках до виконання лабораторних робіт.

Звіт обов'язково має містити титульний аркуш, на якому зазначено назву та номер ЛР, ПІБ студента, група, варіант завдання.

В тексті протоколу обов'язково має бути наведено у повній формі завдання на лабораторну роботу, як воно сформульовано в методичних вказівках відповідно до номера бригади або варіанту.

2) Завантаження файлів Quartus II (програмне забезпечення, що використовується для виконання лабораторних робіт) зі схемами та результатами їхнього моделювання в рамках виконання лабораторної роботи.

3) Захист теоретичної частини роботи. Для ЛР №1, №2, №3 захист теоретичної частини роботи здійснюється шляхом складання тесту. Захист ЛР №4 здійснюється в усній формі безпосередньо викладачеві.

Формування оцінки за лабораторну роботу

1) Теоретична частина роботи оцінюється автоматично за результатами останньої спроби складання тесту до відповідної ЛР (для ЛР №1, 2, 3). ЛР №4 є не обов'язковою для виконання, оцінку за неї виставляє викладач за результатами процедури захисту ЛР.

Умови нарахування балів за результатами тесту:

- Якщо тест складено до спливання кінцевого терміну, то студент отримує оцінку, рівну кількості балів, які він набрав в ході складання тесту.
- Якщо тест складається після спливання кінцевого терміну виконання роботи, студент отримує 0 балів незалежно від результатів складання тесту.

2) Практична частина роботи (модель у ПЗ Quartus II 9.1 та звіт) оцінюються викладачем після завантаження їх на сторінку курсу. Якщо знайдено помилки у схемі або звіті, звіт неповний або оформлений у невідповідності до вимог, викладач повертає звіт на доопрацювання або оформлення, при цьому оцінка не виставляється, робота вважається не виконаною.

Якщо звіт і практична частина зараховані, викладач виставляє оцінку за завдання «Завантаження звіту з лабораторної роботи №...». Оцінка являє собою бонусні бали у діапазоні 0...3. Дані бонусні бали нараховуються за таким принципом:

- Якщо звіт з ЛР (і відповідні файли Quartus II 9.1) завантажено студентом вчасно (до спливання кінцевого терміну), і він зарахований, студент отримує 3 бонусні бали за своєчасність виконання роботи. При цьому бонусний бал може бути знижено у разі наявності недоліків у звіті або схемі.
- Якщо звіт з ЛР завантажено після спливання кінцевого терміну, то у разі зарахування виставляється оцінка 0 балів, тобто бонусні бали не нараховуються.

Загальна оцінка за кожну лабораторну роботу формується як сума оцінок за теоретичну частину (тест) та практичну частину (звіт). **При цьому ЛР вважається виконаною виключно у разі виконання обох компонентів** (теоретичної та практичної), тобто наявності двох оцінок (за тест та звіт).

7.2. Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота (ДКР) складається у вигляді тесту на порталі дистанційної освіти. Тест та опис до нього розміщено у секції «Домашня контрольна робота» на сторінці курсу. Тест до модульної контрольної роботи буде доступним обмежений інтервал часу.

7.3. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається у вигляді тесту на порталі дистанційної освіти. Тест та опис до нього розміщено у секції «Модульна контрольна робота» на сторінці курсу. Тест до модульної контрольної роботи буде доступним обмежений інтервал часу.

7.4. Практичні заняття

В рамках дистанційного формату навчання практичні заняття зараховуються шляхом складання тесту. Тест та опис до нього розміщено у секції «Практичні заняття» на сторінці курсу. Складання даного тесту є обов'язковим для допуску до екзамену.

7.5. Екзамен

7.5.1. Допуск до екзамену

Порогове значення рейтингу студента для допущення його до складання екзамену становить 40% від семестрового рейтингу R_c ($R_c = 64$ бали) і складає 24 бали.

Для допуску студента до складання екзамену мають бути виконані такі умови (всі умови мають бути виконані одночасно):

- 1) Має бути виконана домашня контрольна робота (ДКР), тобто пройдений відповідний тест.
- 2) Мають бути повністю захищені лабораторні роботи №1, №2, №3, тобто для кожної лабораторної роботи:
 - 2.1) зараховано протокол з відповідної ЛР (має стояти оцінка 0...3 бали);
 - 2.2) захищено теоретичну частину роботи (має стояти оцінка 0...15 балів), зокрема
 - 2.2.1) якщо тест до ЛР складено вчасно, стоїть оцінка за завдання «Тест з лабораторної роботи №...»;
 - 2.2.2) якщо тест до ЛР не було складено вчасно, має стояти оцінка (завжди 0 балів) за завдання «Тест до лабораторної роботи №... (прострочений)».
- 3) Семестровий рейтинг студента R_c має складати 24 і вище балів ($R_c \geq 24$).

7.5.2. Загальний опис та формування оцінки на екзамені

Екзамен проводиться в усній формі. Кожний студент випадково отримує білет з 3-ма завданнями: 2-ма теоретичними та 1-практичним. Відповіді на теоретичні питання готуються усно. Відповідь на практичне питання виконується письмово. На підготовку до відповіді на питання білета студенту надається 30 хв.

Оцінка за відповідь на екзаменаційний білет складається за результатами відповідей на три питання: 2 теоретичні та одне практичне. Максимальна кількість балів за екзамен – 36, у тому числі:

- 12 балів за відповідь на перше теоретичне питання;
- 12 балів за відповідь на друге теоретичне питання;
- 12 балів за розв'язання практичного завдання білета.

Контроль якості опанування студентами дисципліни здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях, при виконанні МКР, а також при проведенні екзамену. Оцінка успішності студентів по кредитному модулі визначається на основі рейтингової системи .

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Проходження курсу «Схемотехніка» передбачає такі контрольні заходи:

- 1) домашня контрольна робота (ДКР);
- 2) лабораторні роботи (всього 4);
- 3) модульна контрольна робота (МКР);
- 4) практичні заняття;
- 5) екзамен.

8.1. Домашня контрольна робота

Максимальна кількість балів: 12.

8.2. Лабораторні роботи

Максимальна кількість балів: $5 + 7 + 10 + 15 = 37$ балів.

Бонусні бали (за кожну ЛР): $3 + 3 + 3 + 3 = 12$ балів.

З урахуванням бонусних балів за лабораторний курс можна отримати максимум $37+12=49$ балів.

8.3. Модульна контрольна робота

Максимальна кількість балів: 10.

8.4. Практичні заняття

Максимальна кількість балів: 5

8.5. Екзамен

Максимальна кількість балів: 36.

Порогове значення рейтингу студента для допущення його до складання екзамену становить 40% від семестрового рейтингу R_c ($R_c = 64$ бали) і складає 24 бали.

8.6. Формування оцінки з дисципліни

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали та є сумою балів за:

- ДКР
- лабораторні роботи
- МКР
- роботу на практичних заняттях
- екзамен.

Оцінка за кредитний модуль формується відповідно до рейтингу згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
не зарахована розрахунково-графічна робота або стартовий рейтинг менше 30 балів	Не допущено

Календарна проміжна атестація студентів проводиться за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни. Попередня рейтингова оцінка R з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до студентів на останньому занятті.

Календарна атестація студентів з дисципліни проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації t . Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого R_t на час атестації, тобто $RD_t \geq 0,5R_t$, студент вважається задовільно атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено : к.т.н., доцент Трубаров Ігор Володимирович

Ухвалено кафедрою телекомунікацій (протокол № 9 від 25.05.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією ІТС (протокол № 4 від 13.06.2024 р.)