



СХЕМОТЕХНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>172 Телекомунікації та радіотехніка</i>
Освітня програма	«Інженерія та програмування інфокомунікацій», «Інформаційно-комунікаційні технології», «Системи електронних комунікацій та Інтернету речей»
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 кредитів – 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 каф. ТК Авдеєнко Гліб Леонідович, (097) 527-24-35, avdieienko.hlib@iit.kpi.ua Практичні: кандидат технічних наук, доцент каф. ТК Авдеєнко Гліб Леонідович, (097) 527-24-35, avdieienko.hlib@iit.kpi.ua Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент каф. ТК Авдеєнко Гліб Леонідович, (097) 527-24-35, avdieienko.hlib@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipk.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 циклу дисциплін загальної 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, дослідну 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

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: "Загальна фізика"; "Основи метрології"; "Основи теорії кіл".

Навчальна дисципліна підготує студентів до вивчення наступних навчальних дисциплін: "Цифрове оброблення сигналів"; "Системи мережного каналутворення та комутації".

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

Пробі 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. Пільові 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. Послідовні 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.

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.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Лекція 1. Предмет схемотехніки. Різновиди електронних приладів. Фізичні принципи напівпровідникової схемотехніки [1, с. 4 – 27]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет та роль схемотехніки в галузі інфокомунікацій 2. Класифікація електронних приладів 3. Власні та домішкові напівпровідники <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
2	<p>Лекція 2. Властивості р-п переходу. Напівпровідникові діоди [1, с. 28 – 55]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Утворення р-п переходу 2. Фізичні процеси в р-п переході 3. Діодні структури 4. Види пробоїв р-п переходу <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
3	<p>Лекція 3. Статичні характеристики та параметри біполярних транзисторів [1, с.78 – 119]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Будова БТ 2. Схеми підключення БТ 3. ВАХ БТ у різних схемах підключення 4. Диференційні параметри БТ та їхнє знаходження 5. Схеми заміщення БТ <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
4	<p>Лекція 4. Підсилювальні властивості біполярних транзисторів [1, с. 120 – 146]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робота БТ у режимі підсилення 2. Параметри підсилювачів 3. Графоаналітичний розрахунок параметрів транзистора в режимі підсилення 4. Зв'язок параметрів БТ з параметрами підсилювальних каскадів <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
5	<p>Лекція 5. Робота біполярного транзистора в ключовому режимі [1, с. 147 – 157]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Реалізація електронного ключа на основі БТ 2. Стаціонарні режими роботи БТ 3. Процес перемикання БТ між стаціонарними режимами роботи <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
6	<p>Лекція 6. Багатоперехідні біполярні структури [1, с. 158 – 168]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структура та принцип роботи тиристорів 2. Вольт-амперна характеристика та параметри 3. Імпульсне перемикання тиристорів <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
7	<p>Лекція 7. Характеристики та параметри польових транзисторів [1, с. 169 – 186]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Будова та принцип роботи ПТ з р-п переходом керування. 2. Статичні ВАХ ПТ з р-п переходом керування. 3. Будова польових транзисторів з ізольованим затвором. 4. Структура, принцип роботи та ВАХ ПТ з індукованим каналом. 5. Структура, принцип роботи та ВАХ ПТ із вбудованим каналом. <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
8	<p>Лекція 8. Робота польових транзисторів у режимах підсилення та електронного ключа</p>

	<p>[1, с. 187 – 208]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Параметри польових транзисторів 2. Робота ПТ в режимі підсилення 3. Схеми заміщення польових транзисторів 4. Польові транзистори в режимі перемикачання <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
9	<p>Лекція 9. Диференційний каскад. Операційні підсилювачі та схеми на їхній основі</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диференційний та однофазний види сигналу 2. Диференційний каскад підсилення 3. Визначення, параметри та характеристики операційних підсилювачів 4. Реалізація основних схем обробки сигналу за допомогою операційних підсилювачів <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
10	<p>Лекція 10. Вступ до цифрової схемотехніки [2, с. 7 – 31]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет, мета, завдання дисципліни. 2. Поняття про цифровий сигнал. Основні аналогові та цифрові функції та методи їхньої реалізації. 3. Основні положення алгебри логіки. 4. Способи представлення логічних функцій. <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
11	<p>Лекція 11. Методи мінімізації логічних функцій [2, с.32 – 43]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задача мінімізації логічних функцій. 2. Мінімізація за допомогою алгебричних перетворень. 3. Використання карт Карно для мінімізації логічних функцій. <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
12	<p>Лекція 12. Комбінаційні цифрові вузли [2, с. 171 – 199]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація цифрових вузлів 2. Основні види комбінаційних цифрових вузлів <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
13	<p>Лекція 13. Основні відомості про тригери. RS-тригери [2, с. 87 – 90, 101 – 112]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні властивості тригерів та їхня класифікація 2. Умовні позначення тригерів 3. Принцип роботи RS-тригера 4. Реалізація RS-тригерів у різних логічних базисах <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
14	<p>Лекція 14. D-, T-, JK-тригери та їхні модифікації [2, с. 112 – 125]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. D-тригери 2. T- і TV-тригери 3. JK-тригери 4. Тригери з динамічним керуванням 5. Реалізація входів встановлення початкового стану тригерів 6. Особливості застосування тригерів різних типів <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
15	<p>Лекція 15. Лічильники [2, с. 216 – 224]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні відомості про лічильники. Їхні параметри та класифікація. 2. Принципи роботи двійкових лічильників. 3. Двійкові лічильники з послідовним перенесенням. 4. Двійкові лічильники з паралельним перенесенням. <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>

16	<p>Лекція 16. Лічильники-дільники [2, с. 224 – 233]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні відомості про лічильники-дільники 2. Побудова дільників на основі двійкових лічильників 3. Дільники на нерегулярних лічильних структурах 4. Лічильники зі змінним коефіцієнтом ділення (ДЗКД). <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
17	<p>Лекція 17. Регістри [2, с. 200 – 215]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація та система параметрів. 2. Регістри зберігання. 3. Регістри зсуву. 4. Застосування регістрів для ділення та розподілу імпульсів. <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
18	<p>Лекція 18. Напівпровідникові логічні елементи [2, с. 45 – 48, 54 – 60, 64 – 68, 72 – 79]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Особливості фізичної реалізації логічних елементів та цифрових вузлів 2. Параметри логічних елементів 3. Сімейства логічних мікросхем <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
19	<p>Лекція 19. Запам'ятовувальні пристрої [2, с. 235 – 279]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні положення та визначення 2. Класифікація запам'ятовувальних пристроїв 3. Основні структури адресних запам'ятовувальних пристроїв 4. Пристрої постійної пам'яті (ROM) 5. Пристрої оперативної пам'яті (RAM) <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
20	<p>Лекція 20. Програмовані логічні матриці, програмована матрична логіка, базові матричні кристали</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні положення та визначення 2. Програмовані логічні матриці 3. Програмована матрична логіка 4. Базові матричні кристали <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
21	<p>Лекція 21. ВІС та НВІС з репрограмованими структурами (НВІС ПЛ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальні положення 2. Програмовані вентильні матриці (FPGA) 3. Складні програмовані логічні ІС (CPLD) 4. Порівняльна характеристика НВІС ПЛ типу FPGA та CPLD 5. НВІС програмованої логіки типу «система на кристалі» (SoC) 6. Етапи проектування цифрових пристроїв <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
22	<p>Лекція 22. Цифро-аналогові перетворювачі [2, с. 281 – 288]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення та параметри ЦАП 2. Схема ЦАП на двійково-зважених резисторах 3. Схема ЦАП з резистивною матрицею R-2R <p>Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.</p>
23	<p>Лекція 23. Аналого-цифрові перетворювачі [2, с. 288 – 306]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Призначення, класифікація та параметри АЦП 2. АЦП паралельного типу 3. АЦП паралельно-послідовного типу 4. АЦП послідовного наближення 5. АЦП з подвійним інтегруванням

	Завдання на СРС: опрацювати матеріал лекції, використовуючи дидактичні матеріали та літературу.
--	--

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Практичне заняття №1 Напівпровідникові діоди [1, с. 28 – 55] 1. Розв'язання задач
2	Практичне заняття №2 Біполярні транзистори [1, с.78 – 119] 1. Розв'язання задач
3	Практичне заняття №3 Дослідження роботи перетворювача частоти на основі використання діодного змішувача 1. Імітаційне моделювання роботи перетворювача частоти на основі діодного змішувача в САПР NI Multisim
4	Практичне заняття №4 Розрахунок параметрів підсилювача сигналів на біполярному транзисторі [1, с. 120 – 146] 1. Імітаційне моделювання роботи підсилювача сигналу на основі діодного змішувача САПР NI Multisim
5	Практичне заняття №5 Імітаційне моделювання підсилювача сигналу на основі використання польового транзистора [1, с. 169 – 186] 1. Імітаційне моделювання роботи перетворювача частоти на основі діодного змішувача САПР NI Multisim
6	Практичне заняття №6 Основи алгебри логіки [2, с. 7 – 31] 1. Розв'язання задач
7	Практичне заняття №7 Реалізація логічних функцій на електронних елементах [2, с.32 – 43] 1. Розв'язання задач
8	Практичне заняття №8 Синтез комбінаційних пристроїв [2, с. 171 – 199] 1. Імітаційне моделювання комбінаційних пристроїв в САПР NI Multisim
9	Практичне заняття №9 Тригери [2, с. 87 – 90, 101 – 112] 1. Імітаційне моделювання тригерів в САПР NI Multisim
10	Практичне заняття №10 Синтез послідовнісних пристроїв [2, с. 200, 233] 1. Імітаційне моделювання послідовнісних вузлів в САПР NI Multisim

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лабораторна робота №1 Логічні елементи. Реалізація логічних схем у різних логічних базисах [2, с.7-43] 1. Ознайомитись з основними елементами інтерфейсу САПР Quartus II 9.1. 2. Навчитись складати схеми цифрових вузлів у САПР Quartus II 9.1. 3. Вивчити основні логічні функції та логічні елементи, що їх реалізують у цифрових схемах. 4. Навчитись реалізовувати довільну логічну функцію за допомогою різних логічних елементів.
2	Лабораторна робота №2 Комбінаційні цифрові вузли [2, с.171-200] 2. Засвоїти загальний порядок синтезу цифрових вузлів. 2. Вивчити способи представлення логічних функцій та перехід від однієї форми до іншої. 3. Навчитись здійснювати мінімізацію логічної функції за допомогою карти Карно. 4. Вивчити основні типи комбінаційних цифрових вузлів та їх типові схемотехнічні реалізації. 5. Навчитись будувати функціональну схему цифрового вузла на основі логічних функцій його виходів.
3	Лабораторна робота №3 Дослідження тригерів [2, с.87-125]

	1. Засвоїти принцип роботи тригерів. 2. Вивчити основні типи тригерів. 3. Засвоїти принципи побудови асинхронних та синхронних, одноступеневих та двоступеневих тригерів.
4	Лабораторна робота №4 Дослідження цифрового вузла послідовнісного типу [2, с.200-233] 1. Вивчити основні типи послідовнісних цифрових вузлів; 2. Засвоїти метод синтезу довільних послідовнісних цифрових вузлів; 3. Навчитись оцінювати необхідні вимоги до швидкодії елементів цифрового вузла виходячи з його максимальної робочої частоти.

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 розглядалися 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.

Політика та контроль

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 (програме 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 необов'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 ЛР зараховані, викладач виставляє оцінку за завдання «Завантаження звіту з лабораторної роботи №...». Оцінка являє собою заохочувальні бали у діапазоні 0...2. Дані 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 заохочувальні бали за своєчасність виконання роботи. При цьому заохочувальний 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 заохочувальні 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 «Сікорський». Тест та опис до нього розміщено у секції «Домашня контрольна робота» на сторінці курсу. Тест до домашньої контрольної роботи буде доступним обмежений інтервал часу.

7.3. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається у вигляді тесту на порталі дистанційної освіти «Сікорський». 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 виконання задач, що розглядаються на парах, а також шляхом складання тесту на порталі дистанційної освіти «Сікорський». Тест та опис до нього розміщено у секції «Практичні заняття» на сторінці курсу. Складання даного тесту є необов'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;
 - 2.2) захищено теоретичну частину роботи, 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 процедури проведення екзамену

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 студентів надається 30 хв.

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)

Рейтингова система оцінки успішності доводиться до студентів на першому занятті з дисципліни «Схемотехніка». Попередня рейтингова оцінка R з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до студентів на останньому занятті.

Рейтинг студента з кредитного модуля «Схемотехніка» розраховується виходячи із 100-бальної шкали.

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за виконання наступних контрольних заходів:

- 1) домашня контрольна робота (ДКР);
- 2) лабораторні роботи (всього 4);
- 3) модульна контрольна робота (МКР);
- 4) практичні заняття (всього 10);
- 5) екзамен.

Стартовий рейтинг студента в семестрі за виконання ДКР, лабораторних робіт, МКР, роботу на практичних заняттях складає:

$$R_c = 12 + 10 + 15 + 27 = 64 \text{ бали}$$

Максимальна кількість балів за складання екзамену: $R_E = 36$ балів.

8.1. Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота (ДКР) складається у вигляді тесту з 6 задач на порталі дистанційної освіти. Питання в тесті наводяться у випадковому порядку. Максимальна кількість балів: 12.

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12...11 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 10...9 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 8...7 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

8.2. Лабораторні роботи

Максимальна кількість балів за виконання відповідно ЛР №1 : 4 бали, ЛР №2 : 5 балів, ЛР №3 : 8 балів, ЛР №4 : 10 балів.

Оцінка виконання теоретичної частини (оформлення протоколу) кожної ЛР виконується згідно критеріїв:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 1 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 1...0,75 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 0,75...0,6 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, протокол не зараховано – 0 балів.

Оцінка виконання практичної частини ЛР №1 виконується згідно критеріїв:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 3 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 3...2,5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 2,5...2 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Оцінка виконання практичної частини ЛР №2 виконується згідно критеріїв:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 4 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 4...3 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3...2,5 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Оцінка виконання практичної частини ЛР №3 виконується згідно критеріїв:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 7..6,5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 6,5...5,5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 5,5...4,5 бали;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Оцінка виконання практичної частини ЛР №4 виконується згідно критеріїв:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9..8,5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 8,5...7 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7...5,5 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Загальна кількість балів, яку можна отримати за виконання всіх ЛР №1-ЛР №4 дорівнює $4+5+8+10=27$ балів.

8.3. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається у вигляді тесту з 10 завдань на порталі дистанційної освіти «Сікорський». Максимальна кількість балів: 10. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи наступні:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 10...9 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 8...7 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 6 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, МКР не зараховано – 0 балів.

8.4. Практичні заняття

В рамках дистанційного формату навчання практичні заняття зараховуються шляхом виконання задач, що розглядаються на парах, а також шляхом складання тесту на порталі дистанційної освіти «Сікорський». Максимальна кількість балів: 15, з яких 10 – за виконання 10 практичних завдань (розв'язання задач) та 5 – за складання тесту.

Критерії оцінювання практичних завдань:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 1 бал;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 1...0,75 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 0,75...0,6 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, завдання не зараховано – 0 балів.

Критерії оцінювання тесту:

- «відмінно» – правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 5...4,5 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 4,5...4 балів;
- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 4...3 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, тест не зараховано – 0 балів.

8.5. Екзамен

Екзамен проводиться в усній формі. Максимальна кількість балів: 36.

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.

Кожне питання (завдання) оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 12...11 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 10...9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 8...7 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

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. Заохочувальні бали

Заохочувальні бали (сума заохочувальних балів не має перевищувати 10% від стартового рейтинга студента у семестрі, тобто + 6 балів):

- За своєчасне складання всіх лабораторних робіт (ЛРН№1 – ЛРН№4): +1...+6.

8.7. 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 ДКР або стартовий рейтинг менше 24 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.

Умова 1-ї атестації:

- 1) ДКР виконана (оцінка за неї становить 7 балів або вище).

Умови 2-ї атестації (усі умови мають бути виконані одночасно):

- 1) ДКР виконана;
- 2) ЛР №1 та №2 мають бути виконаними;
- 3) МКР виконана та оцінка за неї складає 6 балів або вище.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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 каф.ТК Авдеєнко Гліб Леонідович

Ухвалено кафедрою телекомунікацій (протокол № 11 від 25.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08.06.2023 р.)