



КОМП'ЮТЕРНА СХЕМОТЕХНІКА. Частина 1.

СХЕМОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ З МІКРОПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити (90 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд.техн.наук, доцент, Клятченко Ярослав Михайлович, e-mail: y.kliatchenko@kpi.ua , конт. тел.: (050) 6866834 Лабораторні: канд.техн.наук, доцент, Клятченко Ярослав Михайлович, e-mail: y.kliatchenko@kpi.ua , конт. тел.: (050) 6866834
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

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

У навчальних планах ЗВО України дисципліна «Комп'ютерна схемотехніка» є нормативною професійно-орієнтованою дисципліною підготовки бакалаврів з освітнього напрямку фахівців зі спеціальності «Комп'ютерна інженерія» і має основоположне значення для підготовки фахівців освітніх рівнів бакалавра спеціаліста і магістра як в межах «Комп'ютерної інженерії», так і низки суміжних спеціальностей, напрямів, пов'язаних із комп'ютерною технікою, цифровим приладобудуванням, цифровими телебаченням і радіозв'язком, інформаційно-виміральною технікою, системами телекомунікацій та іншими „електронними” галузями людської діяльності. Як науково-технічний напрям «Комп'ютерна схемотехніка» спирається на новітні технології виготовлення різноманітних електронних компонентів, що використовуються в цифровій, аналого-цифровій і аналоговій техніці. Причому саме характеристики електронних компонентів вирішальною мірою визначають можливості комп'ютерних систем і мереж. Водночас, покращення властивостей інтегральних транзисторів, діодів, резисторів, конденсаторів та іншого дає можливість вдосконалювати цифрові пристрої, мінімізувати їх масо-габаритні показники, збільшувати швидкодію і розширювати функціональні можливості. При цьому з'являються нові схемотехнічні і функціональні рішення щодо побудови апаратних

блоків комп'ютерних систем та мереж, застосування їх в якісно новій комп'ютерній архітектурі.

Курс «Комп'ютерна схемотехніка. Частина 1» - це спеціальний базовий курс у загальній схемі підготовки студентів за напрямом підготовки 123 «Комп'ютерна інженерія».

Метою курсу є ознайомлення студентів із сучасними принципами організації, побудови та функціонування обчислювальних систем із мікропрограмним управлінням.

В результаті вивчення курсу кожний студент повинен:

1. Знати основні функції, структуру та основи функціонування обчислювальних систем з мікропрограмним управлінням;
2. Знати методи синтезу типових вузлів, блоків, та пристроїв обчислювальних систем із мікропрограмним управлінням;
3. Знати та вміти розробляти пам'ять обчислювальних систем.

Проходження кредитного модуля формує у студентів загальних (ЗК), фахових(ФК) компетенцій та програмних результатів навчання (ПРН):

- ЗК 7 - Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми
- ФК 12 - Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонент шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання
- ФК 14 - Здатність проєктувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізації
- ФК 17 - Здатність до використання теоретичних (логічних та арифметичних) основ побудови сучасних комп'ютерів і вміння їх застосовувати при рішенні професійних завдань;
- ПРН 2 - Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах
- ПРН 6 - Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей
- ПРН 15 - Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.
- ПРН 22 - Розробляти архітектуру комп'ютера різного призначення та його основних пристроїв (процесора, пам'яті, засобів введення-виведення) з використанням сучасної елементної бази, в тому числі, замовних та програмованих інтегральних схем

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

Предмет навчальної дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка» відноситься до нормативних дисциплін спеціальності «123 - Комп'ютерна інженерія». Вивченню дисципліни повинне передувати вивчення таких дисциплін як «Теорія електричних кіл та сигналів» (ЗО 12), «Комп'ютерна логіка-1» (ПО 1.1), «Комп'ютерна логіка-2» (ПО 1.2), «Комп'ютерна електроніка» (ЗО 14) та «Комп'ютерна логіка-3» (ПО 1.3). До переліку дисциплін які, в тому числі, базуються на результатах навчання з даної дисципліни відносяться «Автоматизоване проєктування комп'ютерних систем. Частина 1» (ПО 10.1), «Автоматизоване проєктування комп'ютерних систем. Частина 2» (ПО 10.2), «Комп'ютерні мережі» (ПО 16) та дипломне проєктування (ПО 18).

3. Зміст навчальної дисципліни

Прелік основних тем дисципліни :

1. Класифікація апаратних засобів.
2. Класифікація мікропроцесорів і мікропроцесорних комплектів мікросхем.
3. Обчислювальна система на базі СМПК.
4. Блок обробки даних на базі СМПК. Об'єднання МПС в АЛП.
5. Блок обробки даних на базі СМПК. СУСЗ.
6. Проектування блоків мікропрограмного управління.
7. Проектування блоків пріоритетних переривань.
8. Засоби організації прямого доступу до пам'яті.
9. Схемотехнічні основи управління передачею.
10. Система синхронізації обчислювальної системи.
11. Структура обчислювальної системи з мікропрограмним керуванням на базі СМПК.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові літературні джерела:

1. Комп'ютерна схемотехніка : підручник / Азаров О. Д., Гарнага В. А., Клятченко Я. М., Тарасенко В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 230 с.
2. Основи прикладної теорії цифрових автоматів: підручник / І. А. Дичка, В. П. Тарасенко, М. В. Онай ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 506 с.
3. Мікропроцесорні системи / Жабін В.І., Жуков І.А., Ткаченко В.В., Клименко І.А. /Навч. посібник. — К.: СПД Гуральник О.Ю., 2009. — 492 с.
4. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера: Підручник. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.

Додаткові літературні джерела:

1. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Стіренко С.Г. Арифметичні та управляючі пристрої цифрових ЕОМ. – К.: ВЕК+, 2008. – 176 с.
2. Жабін В.І., Ткаченко В.В. Цифрові автомати. Практикум. – К.: ВЕК+, 2004 –160 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№	Тема лекції(й). (Перелік основних питань, що розглядаються на ній)	Кількість годин
1	<u>Класифікація апаратних засобів</u> (Внутрішня організація обчислювальних машин (ОМ). Класифікації цифрових елементів ОМ. Інтегральні мікросхеми (ІМС). Класифікації ІМС. Стандартні ІМС. Спеціалізовані ІМС. Система умовних позначень цифрових схем. Позначення, класифікація та типи корпусів ІМС. Параметри ІМС. Вимоги до серій ІМС.)	6
2	<u>Класифікація мікропроцесорів і мікропроцесорних комплектів мікросхем</u> (Основні визначення.Класифікація мікропроцесорних комплектів (МПК). Класифікація мікропроцесорів (МП).)	2
3	<u>Обчислювальна система на базі СМПК.</u> (Керуючі та обчислювальні пристрої на основі СМПК. Проектування блоків обробки даних (БОД). Арифметико-логічний пристрій (АЛП). Структура МПС.)	2

4	<u>Блок обробки даних на базі СМПК. Об'єднання МПС в АЛП. (Об'єднання МПС в АЛП. Послідовне з'єднання МПС. Схема прискореного переносу. Паралельне з'єднання МПС. Каскадне з'єднання СПП. Приклад побудови АЛП. Особливості з'єднання МПС.)</u>	2
5	<u>Блок обробки даних на базі СМПК. СУСЗ. (Призначення СУСЗ. Структура СУСЗ. Структура поля СУСЗ мікрокоманди. Управління зсувами. Формування сигналу умови. Особливості з'єднання МПС та СУСЗ.)</u>	4
6	<u>Проектування блоків мікропрограмного управління. (Особливості структури мікрокоманди. Способи адресації ПМК. Структура БМУ. Поля БМУ мікрокоманди. Призначення, структура та система команд ФАМ.)</u>	6
7	<u>Проектування блоків пріоритетних переривань. (Організація системи переривань. Внутрішньосистемні переривання. Алгоритм узагальненої процедури обробки переривань з абсолютним пріоритетом. Схема векторних переривань. Каскадне з'єднання СВП. Розширювач векторних переривань. Функціонування розширювача векторних переривань. Структура розширювача векторних переривань. Приклади реалізацій БПП.)</u>	4
8	<u>Засоби організації прямого доступу до пам'яті. (Взаємодія між оперативною пам'яттю та зовнішніми пристроями. Організація вводу/виводу інформації. Організація прямого доступу до пам'яті. Контролер прямого доступу до пам'яті на базі генератора адрес (ГА). Система команд ГА. Каскадне з'єднання ГА. Структура КПДП в складі обчислювальної системи.)</u>	4
9	<u>Схемотехнічні основи управління передачею даних (Варіанти передачі даних. Однонаправлена передача. Двонаправлена передача. Варіанти виконання шинних формувань.)</u>	2
10	<u>Система синхронізації обчислювальної системи. (Синхронізація роботи цифрових пристроїв. Структура тактового генератора. Діаграми синхропослідовностей ТГ. Призначення виводів ТГ. Місце ТГ у складі обчислювальної системи.)</u>	2
11	<u>Структура обчислювальної системи з мікропрограмним керуванням на базі СМПК. (Структурна схема ОС на базі СМПК. Структура мікрокоманди.)</u>	2
<u>Всього:</u>		36

Лабораторні заняття

№	<u>Тема лабораторного заняття.</u>	<u>Кількість годин</u>
1	<u>Проектування комбінаційних схем.</u>	4,5
2	<u>Проектування тригерів на потенціальних елементах.</u>	4,5
3	<u>Проектування регістрів на потенціальних елементах.</u>	4,5
4	<u>Проектування лічильників на потенціальних елементах.</u>	4,5
<u>Всього:</u>		18

6. Самостійна робота студента

Цілями самостійної роботи є засвоєння студентами знань з тем навчальної дисципліни та їх закріплення, а також розвиток у студентів навичок самостійної роботи.

Видами самостійної роботи є:

- поглиблене вивчення додаткового матеріалу з тематики лекцій навчальної дисципліни;
- підготовка звіту за результатами виконання лабораторних робіт;
- підготовка до захисту лабораторних робіт за заданою темою;
- надання деталізованих описів процедур розв'язання поставлених задач, пояснень щодо аналізу отриманих результатів та особливостей їх реалізації.

Терміни і час, які відводяться на виконання видів самостійної роботи визначаються згідно з розподілом навчального часу відповідного виду навчального заняття у структурі навчальної дисципліни.

№	Теми для самостійної підготовки. (Перелік основних питань, що розглядаються)	Кількість годин
1	<u>Типи, серії та технології виготовлення сучасних інтегральних мікросхем.</u>	11
2	<u>Сучасні тенденції розвитку КС. Системи на кристалі. Мережі на кристалі. Традиційні технології упаковки кристалів.</u>	11
3	<u>Класифікація ІМС за функціональним призначенням.</u>	11
4	<u>Спеціалізовані комп'ютерні засоби на базі МС із програмовною логікою.</u>	22
5	<u>Види схем. Правила виконання різних видів схем.</u>	11
<u>Всього:</u>		66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування лабораторних занять та захисту лабораторних робіт.

Проводиться поточний контроль з підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи. Завдання лабораторної роботи виконуються самостійно вдома або в аудиторії. Індивідуальний протокол (звіт) з виконаної роботи оформлюється студентом. Студент надає відповіді на контрольні запитання, що містяться в протоколі лабораторної роботи з теоретичного матеріалу. Робота захищається перед викладачем.

Правила поведінки на заняттях.

Передбачається, що студенти поведуть себе тихо. Електронні пристрої, що можуть відволікати від проведення занять вимикаються (телефони, планшети тощо).

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Усі письмові роботи перевіряються на наявність плагіату. Списування під час контрольних робіт чи завдань заборонені (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв).

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення кредитного модуля може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Призначення заохочувальних та штрафних балів. Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання.

правила нарахування балів.

Протягом семестру студенти виконують 4 лабораторні роботи. Максимальна можлива кількість балів за захист лабораторної роботи : 15 балів. Кожна лабораторна є комплексним завданням - студентам потрібно вирішити декілька задач в рамках однієї лабораторної роботи.

Бали мінусуються за такими пунктами:

- невірна відповідь на контрольні питання під час захисту лабораторної роботи: 1-3 бали;
- за неякісне моделювання роботи схем : 1-2 бали;
- за неякісне або неповне оформлення протоколу з результатами: 1-2 бал;
- за несвоєчасну здачу лабораторної роботи : 4 бали.

Несвоєчасною здачею лабораторної роботи є представлення 1-2 л.р. після 1-ї рубіжного терміну та 3-4 л.р. – після 2-го рубіжного терміну. Наприклад, за одну несвоєчасно представлену, але відмінно захищену роботу можна отримати максимум 11 балів.

Таким чином, максимальна кількість балів за виконання та захист усіх лабораторних робіт: 15 балів × 4 лаб. робіт = 60 балів.

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

Поточний контроль.

Контроль здійснюється шляхом опитування на заняттях, під час захисту лабораторних робіт тощо. Семестровий рейтинг з дисципліни обчислюється як $R_{\text{Сем}} = 15 \text{ балів} \times 4 \text{ лаб. робіт} = 60 \text{ балів}$ (максимум). Поточні атестації: на першій атестації студент отримує «зараховано», якщо він представив 1 та 2 лабораторні роботи; на другій атестації студент отримує «зараховано» якщо представлено всі 4 лабораторні роботи.

Семестровий контроль.

Цей вид контролю представлено як залік у вигляді письмової роботи. Вона включає 2 питання (задачі). Максимальна кількість балів за відповідь на кожне питання (правильне розв'язування задачі) - 20 балів.

Критерії оцінювання (за одне питання):

- 18-20 балів – рішення(відповідь) вірне(а);
- 15-17 балів – рішення має незначні недоліки;
- 10-14 бали – у рішенні є помилки, але хід рішення вірний;
- 0-9 бал – немає рішення або рішення неповне чи невірне.

$$R_{\text{Зал}} = 20 \text{ балів} \times 2 \text{ питання} = 40 \text{ балів (максимум)}.$$

Необхідною умовою допуску до заліку (письмової роботи) є виконання і захист усіх 4х лабораторних робіт.

Визначення остаточної оцінки (R) з дисципліни:

$$R = R_{\text{Сем}} + R_{\text{Зал}}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів (R)	Оцінка
---------------------	--------

100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. У чому полягає сутність задачі аналізу та задачі синтезу комбінаційної схеми?
2. Охарактеризувати основні етапи синтезу комбінаційної схеми на заданих логічних елементах.
3. Як оцінюють складність комбінаційних схем?
4. Як визначити швидкодію комбінаційної схеми?
5. У чому полягає особливість синтезу комбінаційних схем з кількома виходами?
6. На чому ґрунтується застосування мультиплексора для реалізації перемикальної функції?
7. Нарисувати узагальнену структуру тригера. За якими ознаками класифікують тригери?
8. Чим відрізняються синхронні тригери, керовані рівнем тактового сигналу, від тригерів, керованих перепадом (фронтом) тактового сигналу?
9. Як класифікують тригери за способом запису інформації?
10. Нарисувати структуру синхронного тригера, виконаного за MS-схемою з інвертором у колі синхросигналу.
11. Нарисувати структуру синхронного тригера, виконаного за MS-схемою із заборонними зв'язками.
12. Нарисувати структуру синхронного тригера, виконаного на основі трьох бістабільних схем на елементах І-НЕ, і пояснити процес перемикання тригера з одного стану в інший.
13. Пояснити процес перемикання з одного стану в інший тригера на елементах АБО-НЕ, виконаного на основі трьох бістабільних схем.
14. Сформулювати методикку проектування тригерів.
15. У чому полягає різниця між синхронними та асинхронними тригерами?
16. Пояснити різницю між інформаційними та асинхронними входами синхронного тригера.
17. Дати визначення регістра.
18. У чому полягає відмінність тригерів з внутрішньою затримкою і без неї?
19. Що таке довжина регістра?
20. Нарисувати узагальнену структуру регістра.
21. Які регістри називають реверсивними?
22. Від чого залежить складність комбінаційної схеми регістра?
23. За якою методикою здійснюють синтез регістрів, на яких виконується одна мікрооперація, у випадку асинхронних та синхронних тригерів?
24. Чим відрізняється методика проектування регістрів, на яких виконуються декілька мікрооперацій, від методики, коли на регістрах виконується лише одна мікрооперація?
25. Нарисувати узагальнену структуру синхронного лічильника.
26. Як класифікують лічильники з природнім порядком лічби за способом організації переносу між розрядами?
27. Навести приклад лічильника з послідовним переносом.
28. Порівняти між собою паралельний та наскрізний перенос у лічильниках.
29. Назвати основні часові характеристики лічильників.

30. *Сформулювати методику синтезу синхронних лічильників з неприроднім порядком лічби.*
31. *Нарисувати узагальнену структуру кільцевого лічильника.*
32. *Від чого залежить період кільцевого лічильника?*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, канд.техн.наук, доцентом Клятченко Я.М.

Ухвалено кафедрою СПСКС (протокол № 10 від 20.05.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету ПМ (протокол № 11 від 23.05.2025 р.)