



Радіоелектронні обчислювальні засоби на основі цифрових сигнальних процесорів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Радіоелектронна інженерія
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	150 годин (денна: 36 годин – лекції, 36 годин – лабораторні, МКР, 78 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / екзаменаційна контрольна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: старший викладач, Антонюк Олександр Ігорович, o.antonyuk@kpi.ua , моб. +38(066)4424451 Лабораторні: старший викладач, Антонюк Олександр Ігорович, o.antonyuk@kpi.ua , моб. +38(066)4424451
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua ; https://classroom.google.com/c/MjYxMDM2NDUwNDg0 ; https://bbb.kpi.ua/b/zzg-hxk-pah

2. Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни. Під час навчання студенти ознайомляться з основними поняттями та методами реалізації цифрової обробки сигналів. На лабораторних заняттях студенти навчатимуться проектувати пристрої цифрової обробки сигналів, виконувати їх тестування на відповідність специфікації та аналізувати результати. Передбачено контроль якості отриманих знань у вигляді модульної контрольної роботи.

Предмет навчальної дисципліни: процесори цифрової обробки сигналів фірми Texas Instruments та САПР для розробки цифрових систем Code Composer Studio.

Мета навчальної дисципліни. Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатності:

- грамотного і правильного застосування досягнень сучасної цифрової техніки (цифрових сигнальних процесорів);
- проводити оцінку та вибір апаратних та програмних засобів цифрової обробки сигналів;
- розробляти проекти для цифрових сигнальних процесорів;
- виконувати налагодження та супроводження різноманітних цифрових систем обробки інформації;
- розробляти та реалізовувати заходи по збільшенню надійності пристроїв цифрової обробки сигналів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після вивчення навчальної дисципліни мають розвинути та поглибити компетентності і програмні результати навчання, отримані ними після засвоєння нормативних дисциплін.

Загальні компетентності:

- Здатність генерувати нові ідеї й нестандартні підходи до їх реалізації (креативність);
- Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, при необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності;

Фахові компетентності:

- Здатність до системного мислення, вирішення задач розробки, оптимізації та оновлення структурних блоків телекомунікаційних, радіотехнічних та інформаційних систем;
- Здатність використовувати інформаційні технології, методи інтелектуалізації та візуалізації, штучного інтелекту для дослідження та аналізу процесів у телекомунікаційних та радіотехнічних системах;
- Здатність застосовувати знання методів обробки та відображення інформації в сучасних телекомунікаційних та радіотехнічних системах та демонструвати уміння проектування, розрахунку та програмування цифрових електронних засобів та систем;
- Здатність використовувати типові та розробляти власні програмні продукти, орієнтовані на розв'язок задач проектування та розрахунку складових частин телекомунікаційних та радіотехнічних систем для оптимізації структури та конструкції досліджуваних об'єктів, підготовки необхідної технологічної документації;
- Здатність розробляти та реалізовувати проекти цифрових пристроїв обробки та передачі інформації, систем комп'ютерного зору на базі сучасних DSP та ПЛІС, «систем на кристалі» і сенсорних радіомереж. Обирати ефективну елементну базу для вирішення завдання. Вирішувати комплексні питання створення систем та розробки принципів взаємодії складових частин системи;
- Здатність застосовувати сучасні технології проектування електронних та інформаційно-обчислювальних пристроїв, «систем та мереж на кристалі» у галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій. Здатність обирати оптимальну структуру системи. Здатність ефективно тестувати запропоновану структуру системи з метою виявлення недоліків.

Програмні результати навчання:

- Впорядковувати набуті знання для постановки і вирішення інженерних та наукових завдань, вибору і використання відповідних аналітичних методів розрахунку.
- Слідувати принципам широкомасштабного впровадження сучасних інформаційних технологій, засобів комунікації, методів підвищення енергетичної та економічної ефективності розробок, виробництва та експлуатації телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв.
- Розробляти та налагоджувати в інтегрованих середовищах проектування засоби обробки і передачі інформації, а також системи комп'ютерного зору на основі «систем на кристалі»,

DSP та ПЛІС. Оцінювати їх ефективність за допомогою інтегрованих засобів та оціночних модулів, оптимізувати результат за обраними критеріями.

- Здійснювати проектування та налагодження електронних обчислювальних систем різного функціонального призначення. Застосовувати спроектовані системи для вирішення прикладних задач, змінювати архітектуру системи та ефективно поєднувати програмну та апаратну складові системи.

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

Пререквізити: мати базові знання з цифрової обробки сигналів, архітектури мікропроцесорів та знання мови програмування C або C++.

Постреквізити: знання, отримані студентами при вивченні дисципліни, можуть бути використані для підготовки магістерської дисертаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційні заняття

Розділ 1. Вступ

Тема 1.1 Сучасний стан цифрової обробки сигналів: історичні відомості, сучасні області використання засобів цифрової обробки. Базові терміни та визначення теорії цифрової обробки сигналів.

Розділ 2. Цифрові сигнальні процесори серії TMS320C55x

Тема 2.1 Огляд сучасних цифрових сигнальних процесорів (ЦСП). Сімейство ЦСП серії TMS320C55x. Архітектура ЦСП TMS320C5510. Структура процесорного ядра (C55x CPU). Принцип дії складових частин.

Тема 2.2 Робота конвеєра.

Тема 2.3 Карта пам'яті процесора. Розташування регістрів керування периферійними пристроями. Основні функціональні можливості.

Тема 2.4 Режими адресації, що використовуються у командах ЦСП сімейства C55x:

- безпосередня (immediate) адресація;
- пряма (direct) адресація;
- непряма (indirect) адресація;
- абсолютна (absolute) адресація;
- адресація з використанням регістрів пам'яті (MMR).

Тема 2.5 Паралельне виконання команд.

Тема 2.6 Система команд (по групам) ЦСП TMS320C5510:

- арифметичні команди;
- логічні команди;
- команди керування.

Тема 2.7 Приклади програмування.

Тема 2.8 Формати представлення даних ЦСП TMS320C5510. Режим розповсюдження знаку. Переповнення даних. Структура акумулятора.

Тема 2.9 Режим захисту від переповнення.

Тема 2.10 Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Система переривань. Таблиця векторів переривань.

Тема 2.11 Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи каналу прямого доступу до пам'яті.

Тема 2.12 Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи багатоканального послідовного порту McBSP.

Тема 2.13 Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи початкового завантажувача.

Лабораторні роботи

1. Використання Code Composer Studio.
2. Дискретне перетворення Фур'є.
3. Реалізація КІХ-фільтрів.
4. Реалізація БІХ-фільтра з використанням TMS320C55x.
5. Швидке перетворення Фур'є.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. ЦИФРОВА ОБРОБКА АУДІО- ТА ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ У МУЛЬТИМЕДІЙНИХ СИСТЕМАХ: навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2008.- 144 с.
2. Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навчальний посібник. – Чернівці : Чернівецький нац. Ун-т ім. Ю.Федьковича, 2021. – 308 с.
3. Texas Instruments TMS320C55x DSP Controllers CPU and Instruction Set. Reference Guide. June 2006.
4. Texas Instruments Code Composer Studio. Reference Guide. April 2018.
5. Ваврук Є., Лашко О., Попович Р. Алгоритми та засоби обробки сигналів : навч. посібн. – Львів : СПОЛОМ, 2021. – 240 с..
6. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.

Допоміжна література

3. Texas Instruments TMS320C1x/C2x/C2xx/C5x Assembly Language Tools. User's Guide. March 2005.
4. Texas Instruments TMS320C55x. User's Guide. April 2005.
5. А.М. Сергієнко, Ю.М. Виноградов, Т.М. Лесикю Цифрова обробка сигналів. Комп'ютерний практикум мовою VHDL, К.: НТУУ«КПІ», 2012. –104 с.

6. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><i>Розділ 1, тема 1</i></p> <p>Лекція 1 (4 год.). Сучасний стан цифрової обробки сигналів: історичні відомості, сучасні області використання засобів цифрової обробки. Базові терміни та визначення теорії цифрової обробки сигналів.</p> <p>Література: 1, 2.</p> <p>Завдання на СРС – вивчити викладений матеріал та поглибити знання за темою [5].</p>

2	<p><i>Розділ 2. Тема 1.</i></p> <p>Лекція 2 (4 год.). Огляд сучасних цифрових сигнальних процесорів (ЦСП). Сімейство ЦСП серії TMS320C55x. Архітектура ЦСП TMS320C5510. Структура процесорного ядра (C55x CPU). Принцип дії складових частин.</p> <p>Література: 3, 4, 5.</p> <p>Завдання на СРС – <i>тема 2</i> Робота конвеєра [8, 9].</p>
3	<p><i>Розділ 2. Тема 3</i></p> <p>Лекція 3 (4 год.). Карта пам'яті процесора. Розташування регістрів керування периферійними пристроями. Основні функціональні можливості.</p> <p>Література: 3, 4, 5.</p> <p>Завдання на СРС – вивчити викладений матеріал та поглибити знання за темою [8, 9].</p>
4	<p><i>Розділ 2, тема 4</i></p> <p>Лекція 4 (4 год.). Режими адресації, що використовуються у командах ЦСП сімейства C55x:</p> <ul style="list-style-type: none"> - безпосередня (immediate) адресація; - пряма (direct) адресація; - непряма (indirect) адресація; - абсолютна (absolute) адресація; - адресація з використанням регістрів пам'яті (MMR). <p>Література: 3, 4, 5, 6.</p> <p>Завдання на СРС – <i>тема 5</i> Паралельне виконання команд [7, 9].</p>
5	<p><i>Розділ 2, тема 6</i></p> <p>Лекція 5 (4 год.). Система команд (по групам) ЦСП TMS320C5510:</p> <ul style="list-style-type: none"> - арифметичні команди; - логічні команди; - команди керування. <p>Література: 3, 4, 5, 6.</p> <p>Завдання на СРС – <i>тема 7</i> Приклади програмування [7, 9].</p>
6	<p><i>Розділ 2, тема 8</i></p> <p>Лекція 6 (4 год.). Формати представлення даних ЦСП TMS320C5510. Режим розповсюдження знаку. Переповнення даних. Структура акумулятора.</p> <p>Література: 3, 4, 5, 6.</p> <p>Завдання на СРС – <i>тема 9</i> Режим захисту від переповнення [7, 8, 9].</p>
7	<p><i>Розділ 2, тема 10</i></p> <p>Лекція 7 (4 год.). Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Система переривань. Таблиця векторів переривань.</p> <p>Література: 3, 4, 5.</p> <p>Завдання на СРС – <i>тема 11</i> Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи каналу прямого доступу до пам'яті [7, 8, 9].</p>
8	<p><i>Розділ 2, тема 12</i></p> <p>Лекція 8 (4 год.). Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи багатоканального послідовного порту McBSP.</p> <p>Література: 3, 4, 5.</p> <p>Завдання на СРС – вивчити викладений матеріал та поглибити знання за темою [7, 8, 9].</p>

9	<p><i>Розділ 2, тема 13</i></p> <p>Лекція 9 (4 год.). Периферійні пристрої ЦСП TMS320C5510. Особливості роботи початкового завантажувача</p> <p>Література: 7, 8, 9.</p> <p>Завдання на СРС – вивчити викладений матеріал та поглибити знання за темою [7, 8, 9].</p>
---	---

7. Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Використання Code Composer Studio.	4
2	Основи програмування мовою асемблер.	2
3.	Робота ЦСП з даними у форматі з фіксованою точкою.	2
4.	Дискретне перетворення Фур'є.	4
5.	Реалізація КІХ-фільтрів.	4
6.	Реалізація БІХ-фільтра з використанням TMS320C55x.	4
7.	Швидке перетворення Фур'є.	4
8.	Робота з перериваннями	4
9.	Передача даних через канал DMA	4
10.	Налаштування послідовних каналів ЦСП	4

6. Самостійна робота студента.

Теми програми, які пропонуються для самостійного вивчення після кожної лекції, а також перелік основних питань та посилання на літературу наведено вище.

8. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу.
- На заняттях звук на телефонах має бути відключений (може бути активований віброрежим); кожен студент повинен мати власний зошит, в якому пише конспект; дозволяється використання студентами ноутбуків, телефонів, планшетів та інших гаджетів для перегляду файлів з навчальним матеріалом, наданим викладачем.
- Необхідною умовою допуску студента до заліку є виконання і захист усіх лабораторних робіт, передбачених програмою. Для виконання лабораторної роботи студент отримує завдання у викладача. Після самостійного виконання завдання до лабораторної роботи, студент пише протокол лабораторної, який містить: дату виконання, прізвище та ім'я студента, назву роботи, мету роботи, відповіді на контрольні питання, приклади виконання опису пристрою та результати його перевірки, висновок, в якому має бути наведений аналіз одержаних результатів. Написаний протокол студент приносить викладачу і захищає лабораторну, для чого необхідно вміти пояснити хід виконання роботи та проведення тестування, а також знати відповіді на теоретичні питання по темі лабораторної. Після успішного захисту лабораторна вважається зарахованою
- У випадку захисту лабораторної раніше визначеного терміну студент отримує за неї один додатковий заохочувальний бал. У випадку захисту лабораторної пізніше визначеного терміну зі студента знімається по одному штрафному балу за кожен тиждень затримки.

- Модульна контрольна робота пишеться студентами самостійно на лабораторних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.).
- У випадку пропущення студентом лабораторної він має отримати допуск у викладача і виконати її у будь-який час, коли буде можливість.
- Усі письмові роботи виконуються студентом самостійно. Для підтвердження факту самостійного виконання будь-якої письмової роботи студент має вміти усно пояснити те, що він написав.

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

Лабораторні роботи

Ваговий бал — 4.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи:

$$4 \text{ бали} \times 10 = 40 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання:

- | | |
|--|-----------|
| • Відсутність зауважень до лабораторної роботи | 2 бали |
| • Наявність зауважень до лабораторної роботи | -0,5 бала |
| • Самостійність обраного рішення | 1 бал |
| • Відсутність самостійно обраного рішення | -1 бал |
| • Вчасно виконана лабораторна робота | 1 бал |
| • Не вчасно виконана лабораторна робота | -0,5 бала |
| • Відсутність зауважень до захисту лабораторної роботи | 1 бал |
| • Наявність зауважень до захисту лабораторної роботи | -1 бал |

Модульний контроль

Ваговий бал — 5.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу:

$$5 \text{ балів} \times 1 = 5 \text{ балів.}$$

Контрольна робота може бути оцінена за такою шкалою: незадовільно – 0 балів; задовільно – 1-3 бали; добре – 4-8 балів та відмінно – 9-10 балів. У випадку відсутності студента на захисті модульної роботи без поважної причини, йому зараховується 0 балів. У випадку відсутності студента на захисті модульної роботи з поважної причини, йому зараховується 0 балів з наданням можливості захисту практичної роботи.

Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 15 балів

Критерії оцінювання (додаткові бали):

- | | |
|--|------------|
| • РГР виконана раніше за визначений термін | 10 балів |
| • не вчасно виконана РГР | - 10 балів |

Календарний контроль

Розмір стартової шкали:

$$R_C = \sum P.1 + P.2 + P.3 = 40 + 5 + 15 = 60 \text{ балів.}$$

Розмір шкали рейтингу:

$$R = R_C = 60 \text{ балів.}$$

Для отримання оцінки «зараховано» на проміжних календарних контролях студент повинен мати:

- I календарний контроль (8 тиждень) — не менше ніж 15 балів;
- II календарний контроль (14 тиждень) — не менше ніж 40 балів

Екзамен

Умови допуску до екзамену:

1. Захист всіх лабораторних робіт;
2. Хоча б одна атестація з оцінкою «зараховано»;
3. Стартовий рейтинг $r_C \geq 40$ балів.

За екзаменаційну роботу студент може отримати щонайбільше 40 балів.

Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни RD

$RD = r_C + r_e$	Традиційна оцінка
$95 \leq RD$	Відмінно
$85 \leq RD < 95$	Дуже добре
$75 \leq RD < 85$	Добре
$65 \leq RD < 75$	Задовільно
$60 \leq RD < 65$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
$r_C < 40$	Не допущено

Примітка:

RD - рейтингова оцінка студента з дисципліни,
 r_C - стартовий рейтинг студента, отриманий протягом семестру.
 r_e - екзаменаційні бали.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри конструювання електронно-обчислювальної апаратури Антонюком Олександром Ігоровичем.

Ухвалено кафедрою конструювання електронно-обчислювальної апаратури (протокол засідання кафедри № 10 від 14.06.2023 р.).

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06\23 від 29.06.2023 р.)

Методичною комісією радіотехнічного факультету (протокол № 06-23 від 29.06.2023р.)