



Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя



Каф.  
радіотехнічних  
систем

## Цифрове оброблення сигналів

### СИЛАБУС

#### 1. Освітні програми, для яких дисципліна є обов'язковою:

| # | Рівень освіти | Галузь знань                       | Спеціальність                                      | Освітня програма                | Курс(и) | Семестр(и) |
|---|---------------|------------------------------------|--|---------------------------------|---------|------------|
| 1 | бакалавр      | 17. Електроніка та телекомунікації | 172.<br>Телекомунікації та радіотехніка (бакалавр) | Телекомунікації та радіотехніка | 4       | 7          |

#### 2. Дисципліна пропонується як вибіркова для усіх рівнів вищої освіти і усіх освітніх програм.

#### 3. Інформація про автора курсу

|  |   |
|--|---|
| Прізвище, ім'я та по батькові  | Дунець Василь Любомирович   |
| Науковий ступінь   | канд. техн. наук  |
| Вчене звання   | немає   |
| Посилання на сторінку викладача(ів) на офіційній веб-сторінці університету | <a href="http://library.tntu.edu.ua/personaliji/a/d/dunec-vasyl-ljubomyrovych/">http://library.tntu.edu.ua/personaliji/a/d/dunec-vasyl-ljubomyrovych/</a> |
| E-mail (в домені tntu.edu.ua)  | dunetc@tntu.edu.ua  |

#### 4. Інформація про навчальну дисципліну

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Розподіл аудиторних годин | Лекції: 16<br>Практичні заняття: 0<br>Лабораторні заняття: 32 |
|---------------------------|---|

## 4. Інформація про навчальну дисципліну

|   |   |
|---|---|
|   | Кількість годин самостійної роботи: 72<br>Кількість кредитів ECTS: 4                                      |
| <b>Мова викладання</b>  | українська  |
| <b>Вид підсумкового контролю</b>  | екзамен   |
| <b>Посилання на електронний навчальний курс у СЕН університету ATutor</b> | <a href="https://dl.tntu.edu.ua/bounce.php?course=2097">https://dl.tntu.edu.ua/bounce.php?course=2097</a> |

## 5. Програма навчальної дисципліни

### Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета: набуття студентами теоретичних знань та практичних навиків з математичних методів опису, перетворення, аналізу та фільтрації сигналів.

Завдання: підготовка студентів з питань цифрової обробки сигналів шляхом стискання вхідної інформації із застосуванням методів дискретних перетворень сигналів та побудови цифрових фільтрів.

У результаті вивчення освітньої компоненти студент повинен знати:

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей: інтегральної:  
- здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов. загальних:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

спеціальних (фахових, предметних):

СК3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

СК4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

СК8. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

СК16. Здатність до розв'язання задач математичного моделювання та обробки інформації в сучасних телекомунікаційних системах.

СК17. Здатність здійснювати оптимальний прийом та перетворення сигналів в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

Програмні результати навчання:

<https://dl.tntu.edu.ua/mods/syllabus/>

ПРН3. Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН12. Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

ПРН13. Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів.

ПРН16. Вміння застосовувати математичні методи та розробляти програмне забезпечення для обробки інформації в сучасних телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ПРН17. Вміння моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

## Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за освітньою програмою

### Перелік дисциплін, або знань та умінь, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Цифрове оброблення сигналів» значно підвищиться, якщо студент попередньо опанував матеріалом таких дисциплін як: «Фізика», «Вища математика», «Електронна компонентна база», «Генерування та формування сигналів», «Приймання та оброблення сигналів».

### Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни

На результатах навчання з даної дисципліни базується дисципліна «Проектування цифрових пристроїв на програмованих логічних інтегральних схемах»

## Зміст навчальної дисципліни

### Лекційний курс (формулювання тем)

Тема 1. Цифрові сигнали. Сигнали як носії інформації. Визначення, характеристики, класифікація. Опис в часовому та частотному просторах.

Тема 2. Цифрові сигнали. Представлення, характеристики, опис в часовому просторі. Аналітичний спектр цифрового сигналу та його обчислення через Z-перетворення. Цифровий спектр цифрового сигналу. Дискретне перетворення Фур'є. Кореляційна функція та енергетичний спектр стохастичного цифрового сигналу. Дискретизація, квантування та кодування сигналів.

Тема 3. Зображення та їх представлення у формі цифрових сигналів. Двовірні цифрові сигнали.

Тема 4. Алгоритми цифрової обробки сигналів. Алгоритми лінійної цифрової фільтрації. Визначення цифрового фільтру. Нерекурсивні цифрові фільтри: алгоритми, характеристики, методи розрахунку коефіцієнтів. Рекурсивні цифрові фільтри: алгоритми, характеристики, методи розрахунку коефіцієнтів, аналіз стійкості. Аналіз шумів квантування в цифрових фільтрах. Матрично-топологічний опис довільних структур цифрових фільтрів.

Тема 5. Цифрові коректори сигналів.

Тема 6. Адаптивні цифрові фільтри.

Тема 7. Алгоритми перетворення цифрових сигналів в часовому просторі. Інтегрування цифрових сигналів. Диференціювання цифрових сигналів. Перетворення Гільберта. Децимація та інтерполяція цифрових сигналів. Зміна частоти дискретизації. Алгоритми обчислення згортки та кореляції цифрових сигналів. Цифрова модуляція/демодуляція сигналів.

Тема 8. Алгоритми перетворення в частотний простір. Швидке перетворення Фур'є (ШПФ). Дискретне косинусне перетворення (ДКП). Вейвлет-перетворення.

Тема 9. Спектральний аналіз сигналів.

Тема 10. Алгоритми гомоморфної обробки сигналів.

Тема 11. Технічні засоби цифрової обробки сигналів.

Тема 12. Великі інтегральні схеми процесорів цифрової обробки сигналів. Архітектура процесорів. Процесори фірм Motorola, Texas Instruments, Intel.

Тема 13. Побудова процесорів сигналів на основі ВІС процесорів цифрової обробки сигналів. Побудова центрального процесора, запам'ятовуючих пристроїв, каналів вводу-виводу.

Тема 14. Програмне забезпечення процесорів цифрової обробки сигналів.

Тема 15. Системи цифрової обробки сигналів. Системи цифрової обробки звукових сигналів. Представлення звуку у вигляді цифрових сигналів. Вибір частот дискретизації та розрядності звукових даних. Стандарти кодування звукових даних.

Тема 16. Цифрова обробка сигналів в системах зв'язку. Типи каналів зв'язку.

### Лабораторний практикум (теми)

1. Генерація сигналів. Структура signal processing toolbox.
2. Дослідження функції інтерполяції.
3. Дослідження функції передискретизації за допомогою програмного середовища matlab.
- 4 дослідження гаусового радіоімпульса.
5. Дослідження комплексного коефіцієнта передачі та досліджуваного пристрою.
6. Вейвлет-аналіз.
7. Дослідження властивостей фільтрів нижніх частот.
8. Дослідження властивостей фільтрів верхніх частот.

## Самостійна робота студента/аспіранта

Опрацювання матеріалів лекцій. Ознайомлення з характеристиками сучасних методів цифрової фільтрації з використанням Інтернету (Теми 1, 2) та з використанням базових літературних джерел. Підготовка до лабораторних робіт.

## Навчальні матеріали та ресурси

### Рекомендована література

#### Базова

1. Наконечний А.Й. Цифрова обробка сигналів: навч. посібник /Наконечний А.Й. Наконечний Р.А., Павлиш В.А. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 368с.
2. Майданюк В. П. Обробка сигналів: навчальний посібник / В. П. Майданюк, А. М. Петух. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 144.
3. Мандзій Б.А., Желен Р.І. Основи теорії сигналів – Львів: Видавничий дім «Ініціатори» - 2009 – 240 с.
4. Бортник Г.Г., Кичак В.М. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник / – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.
5. О.В. Дробик О.В., Кідалов В.В., Коваль В.В., Костік Б.Я, Лазебний В., Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.

#### Інформаційні ресурси

1. MATLAB. The Language of Technical Computing — <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
2. Digital Signal Processing — [\\_http://ocw.mit.edu/resources/res-6-008-digital-signalprocessing-spring](http://ocw.mit.edu/resources/res-6-008-digital-signalprocessing-spring).

## 6. Політика та контроль навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Політика навчальної дисципліни

Політика контролю.

Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

тестування знань;  
презентації;  
звіти з лабораторних робіт;  
бесіди та обговорення проблемних питань;  
дискусії;  
індивідуальні консультації;  
екзамен.

Можливий ректорський контроль.

Політика щодо консультування.

Консультації протягом семестру проводяться згідно затвердженого на кафедрі радіотехнічних систем графіку на початкунавчального семестру.

Політика щодо перескладання.

Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу, як правило, протягом тижняпісля складання модульного контролю за графіком.

Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком навчального процесу.

Політика щодо академічної доброчесності.

Усі процедури навчального процесу під час викладання дисципліни відповідають положенню про академічну доброчесністьучасників освітнього процесу та недопущення академічного плагіату в Тернопільському національному технічному університетіімені Івана Пулюя.

Списування під час проведення тестування заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв), звіти з лабораторних робітмають нести індивідуальний характер та виконуватись згідно варіанту, який студент обирає відповідно до порядкового номера списку академічної групи. Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування – за умовдистанційної форми навчання.

Політика щодо відвідування.

Відвідування занять є обов'язковим компонентом навчального процесу. За наявності поважних причин (наприклад,

хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може відбуватись за індивідуальним графіком за погодженням із керівником курсу та деканатом.

## Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Форма підсумкового семестрового контролю – екзамен.

Курс містить два модулі.

Оцінювання:

Модуль 1 - теоретичний матеріал по 8 темах (тестування) 10 балів, робота на лабораторних заняттях - 25 балів.

Модуль 2 - теоретичний матеріал по 8 темах (тестування) 10 балів, робота на практичних заняттях - 30 балів.

Екзаменаційний контроль; студент отримує 25 балів.

Максимальна кількість набраних балів з дисципліни - 100 балів.

До підсумкового семестрового контролю (екзамену) допускаються студенти, які протягом семестру виконали всі види навчальної роботи, успішно пройшли проміжні (модульні) контролю і набрали не менше 45 балів семестрової бальної оцінки.

Підсумкова семестрова оцінка екзамену складається з суми балів, отриманих студентом при проведенні проміжних (модульних) контролів рівня засвоєння теоретичних знань (за перший та другий модулі) та отриманих балів за лабораторні роботи, екзаменаційного контролю.

Підсумкова оцінка записується за 100-бальною шкалою із подальшим переведенням її у шкалу Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS) відповідно А, В, С, D, E, F, FX при цьому чотирибальна шкала оцінок (з записом семестрової оцінки «відмінно» - А (90-100 балів), «добре» - В (82-89 балів), С (75-81 балів), «задовільно» - D (67-74 балів), E (60-66 балів) відповідають підсумковому результату «зараховано», «незадовільно» - F (35-59 балів), FX (1-34 бали) відповідає підсумковому результату «незараховано»).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

| Шкала оцінок        |                           |      |
|---------------------|---------------------------|------|
| ВНЗ<br>(100-бальна) | Національна<br>(4-бальна) | ECTS |
| 90-100              | Відмінно                  | A    |
| 82-89               | Добре                     | B    |
| 75-81               |                           | C    |
| 67-74               | Задовільно                | D    |
| 60-66               |                           | E    |
| 35-59               | Незадовільно              | FX   |
| 1-34                |                           | F    |

Затверджено рішенням кафедри \_\_\_\_\_ радіотехнічних систем

(протокол № 1 від « 29 » 08 2022 року).