

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Фізичний факультет**  
**Кафедра фізики металів**

**Затверджено**

На засіданні кафедри фізики металів  
фізичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 7 від 26.06.2023 р.)

Завідувач кафедри



Степан МУДРИЙ

**Силабус**  
**з навчальної дисципліни «Цифрова обробка даних»,**  
**що викладається в межах**  
**ОПШ «Комп'ютерні технології в прикладній фізиці»**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали**

**Львів 2023**

<b>Назва дисципліни</b>	Цифрова обробка даних
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Кирила і Мефодія, 8, 79005, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	фізичний факультет, кафедра фізики металів
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Викладач дисципліни</b>	Лектор: Никируй Ю.С., доцент кафедри фізики металів, к.ф.-м.н.; лабораторні заняття проводить: Никируй Ю.С.
<b>Контактна інформація викладача</b>	<a href="mailto:Yuliya.nykyruy@lnu.edu.ua">Yuliya.nykyruy@lnu.edu.ua</a> <a href="https://physics.lnu.edu.ua/employee/nykyruj-yu-s">https://physics.lnu.edu.ua/employee/nykyruj-yu-s</a>
<b>Консультації з курсу відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Telegram.
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Цифрова обробка даних» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали, яка викладається в 8 семестрі в обсязі 4,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліну «Цифрова обробка даних» розроблено таким чином, щоб надати відповідні теоретичні знання, уміння, навички, загальні та фахові компетентності для розв’язання комплексних проблем у галузі науки про дані. Дисципліна розглядає найбільш поширені методи та алгоритми аналізу даних.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою дисципліни «Цифрова обробка даних» є навчання студентів основ з теорії та практики використання методів обробки інформації у тому числі у вигляді сигналів для підвищення ефективності наукових досліджень. Цілі вивчення дисципліни: набуття знань про принципи та алгоритми, що лежать в основі сучасних систем аналізу даних; оволодіння технологіями та методиками збору, попередньої підготовки та аналізу експериментальних даних; набуття практичних навичок роботи з конкретними програмними та мовами програмування – засобами аналізу даних.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Базова:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ваврук, Євгеній Ярославович. Алгоритми та засоби обробки сигналів : навч. посібн. / Ваврук Є., Лашко О., Попович Р. – Львів : СПОЛОМ, 2021. – 240 с.</li> <li>2. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник / О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.</li> <li>3. Заболотній С. В. Цифрове оброблення сигналів: Посібник для студентів напряму підготовки 6.050901 "Радіотехніка" усіх форм навчання [Електронний ресурс] / Авт.-укл. С. В.Заболотній ; За ред. проф. Ю. Г. Леги ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 119 с.</li> </ol> <b>Допоміжна:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Копей В. Б. Мова програмування Python для інженерів і науковців: Навчальний посібник / В. Б. Копей - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 275 с.</li> </ol>

	<p>2. Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики: навч. посібник / уклад. : Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 308 с.</p> <p>3. Селіверстов Р., Мельничин А. Основи програмування мовою Python: навч. посібник. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020.</p> <p>Додаткові матеріали також буде запропоновано для кожної теми окремо.</p>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	<b>135</b> годин, з яких 48 годин аудиторних занять (з них 16 годин лекцій, 32 годин лабораторних занять та 87 годин самостійної роботи).
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>В результаті вивчення даного курсу студенти повинні <b>знати:</b></p> <p>Елементи теорії імовірності, основи статистичного аналізу, кореляційного, регресійного та кластерного аналізу даних; основні алгоритми обробки даних, формати збереження даних, методи візуалізації даних.</p> <p><b>вміти:</b></p> <p>Вміти застосовувати базові математичні знання, з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики, математичного моделювання. Вміти обробляти та зберігати дані, володіти основними методами аналізу даних. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів. Володіти навиками програмувати використовуючи мови високого рівня</p>
<b>Ключові слова</b>	Обробка даних, випадкові величини, статистичний аналіз даних, регресійний аналіз, кореляційний аналіз, кластеризація.
<b>Формат курсу</b>	Очний
	проведення лекцій, лабораторних занять і консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти повинні знати основні закони та поняття з курсів фізики та вищої математики, вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, розв'язку диференційних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей, основи програмування мовою Python, бібліотеки Numpy, SciPy, Matplotlib, Pandas
<b>Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, робота за комп'ютером.
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми й операційні системи, проектор
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторні заняття: 5 лабораторних робіт по 15 балів кожна, максимальна кількість балів 75;</li> <li>• контрольна робота – максимальна кількість балів 25.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p>

	<p>У разі відсутності студента під час проведення лабораторних занять чи на контрольних замірах з поважних причин йому надається право на відпрацювання. У всіх інших випадках відсутність здобувача автоматично зараховується йому як незадовільна оцінка (0 балів) за відповідну тематичну лабораторну роботу чи контрольний замір. Незадовільну оцінку студент має право перескласти. Додатковий термін перездачі призначає викладач.</p> <p><b>Академічна доброчесність</b> здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані за виконання й захист лабораторних робіт і на контрольному замірі. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків і запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Додаткові бали (до 10 включно) можна отримати за написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах або конкурсах за тематикою навчальної дисципліни.</p> <p><b>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</b></p>
<p><b>Питання до контрольної роботи</b></p>	<p>Назвіть основні форми представлення сигналів та дайте їм коротку характеристику. Які перетворення мають місце в системах цифрової обробки сигналів? Що означає термін «дискретизація у часі»? Із яких умов вибирається частота (період) дискретизації аналогових сигналів? Що означає термін «квантування за рівнем»? Як залежить величина похибки квантування від кількості рівнів квантування? Як здійснюється відновлення сигналів по дискретним послідовностям? Від чого залежить точність відновлення сигналів? В чому полягає взаємозв'язок між спектрами аналогових і дискретних сигналів? Назвіть основні властивості спектрів дискретних сигналів?</p> <p>Що таке ДПФ? Поясніть різницю між перетворенням Фур'є дискретних сигналів і дискретним перетворенням Фур'є. Що таке лінійна дискретна система? Які основні операції реалізуються в дискретній системі?</p> <p>Що означає термін «нерекурсивний фільтр»? Що означає термін «рекурсивний фільтр»? Що таке імпульсна характеристика? Що таке системна (передатна) функція? Як пов'язані імпульсна характеристика і системна функція дискретного фільтра? Як пов'язані частотна характеристика і системна функція дискретного фільтра? Опишіть механізм</p>

	<p>розрахунку реакції нерекурсивного фільтра на довільний вхідний вплив. Як розрахувати вихідний сигнал рекурсивного фільтра при відомому вхідному сигналі?</p> <p>Яку функцію виконують частотні цифрові фільтри? Чому нерекурсивні фільтри є фільтрами зі скінченною імпульсною характеристикою (FIR-фільтрами)? Які переваги та недоліки мають FIR-фільтри у порівнянні с ІІР-фільтрами? Що таке ефект Гіббса? З якою метою застосовують вагові вікна? Якими є критерії побудови вагових функцій і чому? Як впливає застосування вагових вікон на частотні характеристики ЦФ? Як впливає порядок фільтру на частотні характеристики ЦФ та складність його структури.</p> <p>Назвіть основні методи побудови рекурсивних фільтрів? В чому полягає метод білінійного перетворення? Як співвідносяться між собою частоти аналогових та цифрових фільтрів, побудованих на основі білінійного перетворення? Назвіть основні типи аналогових фільтрів-прототипів та охарактеризуйте їх властивості? Як впливає порядок фільтру на властивості його часових та частотних характеристик? Назвіть основні джерела, що породжують ефекти квантування при цифровій обробці сигналів. На що впливає зміна розрядності представлення вхідних і вихідних сигналів цифрового фільтра? На що впливає зміна розрядності операційних блоків (суматорів та помножувачів) в цифровому фільтрі? Як залежать оцінки амплітудно-частотних характеристик цифрового фільтра, що отримуються шляхом моделювання, від форми реалізації його структурної схеми?</p>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

## Схема курсу «Цифрова обробка даних»

Тиж-день	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
1–2	Тема 1. Вступ. Предмет науки про дані. Сигнали. Види, розмірність, класифікація сигналів. ЦАП, АЦП, теорема Найквіста-Шеннона (Котельникова).	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –10 год.	Б.2, Б.3, Д.2	2 тижні
3–4	Тема 2. Спектральне подання сигналів. Амплітудний і фазовий спектр. Автокореляційна функція. Взаємкореляційна функція.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –10 год.	Б.1, Б.2, Б.3, Д.1, Д.2	2 тижні
5–6	Тема 3. Фур'є аналіз сигналів. Перетворення Фур'є.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –11 год.	Б.1, Б.2, Б.3	2 тижні
7–8	Тема 4. Фільтрація сигналів. Шуми. Цифрові фільтри і їх характеристики.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –11 год.	Д.1, Д.2, Д.3	2 тижні
9–10	Тема 5. Перетворення Лапласа . Z-перетворення. Обернене z-перетворення	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –11 год.	Б.1, Б.2, Б.3, Д.1, Д.3	2 тижні
11–12	Тема 6. Згортка сигналів. Алгоритми згортки цифрових і аналогових сигналів.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –11 год.	Д.1, Д.2, Д.3	2 тижні

Тиж- день	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
13–14	Тема 7. Цифрове зображення. Побудова цифрового зображення на основі сигналів. Обробка цифрового зображення.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 4 год., самостійна робота –11 год.	Б.1, Б.2, Б.3, Д.2, Д.3	2 тижні
15–16	Тема 8. Особливості формування цифрових зображень в різних методах наукових досліджень. Соніфікація даних.	Лекції — 2 год. лабор. заняття – 3 год., контрольна робота – 1 год. самостійна робота –12 год.	Б.1, Б.2, Б.3, Д.1, Д.2, Д.3	2 тижні