МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра кібербезпеки

Затверджено
На засіданні кафедри кібербезпеки
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(Протокол № 15/23 від 29 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри П.С.Венгерський

Силабус з навчальної дисципліни "Обробка сигналів в кібербезпеці", що викладається в межах ОПП Кібербезпека першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Обробка сигналів в кібербезпеці
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра кібербезпеки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 125 – кібербезпека та захист інформації
Викладачі дисципліни	Венгерський Петро Сергійович, доктор фіз.-мат.наук, професор кафедри кібербезпеки (лекції та лабораторні заняття)
Контактна інформація викладачів	petro.venherskyy@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/venherskyi; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 380. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі онлайн консультації через Zoom чи Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Обробка сигналів в кібербезпеці” є нормативною дисципліною з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації для освітньої програми Кібербезпека, яка викладається в 5-му семестрі першого (бакалаврського) рівня освіти в обсязі 4-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей, розвиток системи знань про методи обробки сигналів, методів захисту інформації в комп’ютерних системах та мережах і ознайомлення з особливостями їх апаратної та програмної реалізацій та навички про форми і методи захисту інформації.
Мета та цілі дисципліни	Метою курсу є підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють методами побудови та експлуатації засобів цифрової обробки сигналів, вміють на основі отриманих теоретичних результатів виконувати як моделювання, так і супровід таких засобів.
Література для вивчення дисципліни	Основна література 1. A Nagoor Kani Digital signal processing 3rd edition. - CBS PUBLISHERS AND DISTRIBUTORS PVT LTD, 2021. – 1056p. 2. Терейковський, І.А. Цифрова обробка сигналів та зображень: розпізнавання фонем в голосовому сигналі за допомогою нейронних мереж [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. А. Терейковський, Л. О. Терейковська; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 120 с. 3. Gusev O.Yu. Theory of adaptive filtration: tutoria / O.Yu. Gusev, V.M. Gorev, V.I. Kornienko; Ministry of Education and Science of Ukrain, National Technical University “Dnipro Polytechnic”. – Dnipro: NTU “DP”, 2019. – 156 p. 4. Umesh Gupta R.S. Kaler, M. Kulkarni A Textbook of digital signal processing. - Dreamtech Press, 2019. – 744p.

	Додаткова література 1. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворкін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с 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.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 16 години лекцій та 32 годин лабораторних занять. Самостійної роботи: 72 години.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент має набути таких компетентностей. **знати:** - теорії цифрової обробки сигналів; - методи дискретизації і квантування; - основні дискретні спектральні перетворення; - методи цифрової фільтрації сигналу. **вміти:** - використовувати теоретичні знання для алгоритмічного проектування систем цифрової обробки сигналів; -вирішувати задачі управління процедурами ідентифікації, автентифікації; - виявляти небезпечні сигнали технічних засобів; - вимірювати параметри небезпечних та завадових сигналів; -визначати ефективність захисту інформації витоку технічними каналами; - використовувати типові інструментальні засоби і пакети прикладних програм для вирішення конкретних задач обробки сигналів; - виявляти ступінь небезпечності функціонування обладнання; - створювати програмне забезпечення для вирішення конкретних задач обробки сигналів. Курс забезпечує набуття таких фахових компетентностей: ІК, КЗ 1, КЗ 2, КЗ 5, КФ 2 та програмних результатів навчання: ПРН 3, ПРН 4, ПРН 15, ПРН 22, ПРН 35-38, ПРН 46, ПРН 50-51.
Ключові слова	цифрова обробка сигналів, цифрові фільтри, модуляція, перетворення Фур'є, обробка сигналів, цифро-аналоговий перетворювач, вейвлет, фонема, фільтрація сигналу.
Формат курсу	Очний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.
Теми	Теми подані у Схемі курсу нижче
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці першого семестру. Формат екзамену: письмовий тестовий.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базові знання з таких дисциплін: Фізичні основи електроніки, Застосування дискретної математики в криптології, Прикладна статистика.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції Індивідуальні завдання Групові проекти
Необхідне обладнання	Комп’ютер, мережа Internet, проектор. Програмне забезпечення Simulink, Comsol.

Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • модульний контроль, тестування, усне опитування: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 • екзамен: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50 Підсумкова максимальна кількість балів 100. **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. П**олітика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до екзаменів.	1. Охарактеризуйте поняття сигнал? 2. Охарактеризуйте види сигналів. 3. Охарактеризуйте типові задачі цифрової обробки сигналів 4. Що таке спектральний аналіз сигналу? 5. Охарактеризуйте основні властивості дискретного перетворення Фур'є. 6. Вейвлет перетворення. 7. Суть діадного вейвлет-перетворення. 8. Охарактеризуйте особливості схованих марківських процесів в задачах розпізнавання голосового сигналу. 9. Охарактеризуйте методи вирішення рівнянь лінійного передбачення. 10. Що таке голосовий сигнал? 11. Що таке фонема? 12. Що таке основний тон голосового сигналу? 13. Як визначається спектр голосового сигналу? 14. Що таке частота дискретизації голосовго сигналу і як вона визначається?

	15. Охарактеризуйте цифро-аналоговий перетворювач. 16. Охарактеризуйте аналогово-цифровий перетворювач. 17. Цифрова фільтрація сигналу. 18. Особливості лінійної фільтрації голосового сигналу. 19. Особливості нелінійної фільтрації голосового сигналу. 20. Особливості адаптивної фільтрації голосового сигналу.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)**	**Література**	**Завдання, год.**	**Термін виконання**
1	**Тема 1. Вступ до цифрової обробки сигналів.** Поняття сигналу. Види сигналів. Випадкові та детерміновані сигнали. Аналогові та цифрові сигнали. Поняття цифрової обробки сигналу. Квантування та дискретизація аналогового сигналу. Типові задачі цифрової обробки сигналів. Проблема обмеженості вибірки початкових даних.	лекція, самостійна робота	[1-4]	2 4	1 тиждень
2	**Тема 2.** Математичне підґрунтя процесу цифрової обробки сигналів. Математичне представлення сигналів та зображень. Скалярний добуток і відстань для двохвимірних векторів. Ортонормований базис. Перехід від векторного простору до простору функцій. Система ортонормованих функій.	самостійна робота лаб.	[1-4]	4 2	
3	**Тема 3. Кореляційний аналіз сигналів.** Вимірювання степені подібності функцій. Поняття коефіцієнту кореляції. Поняття та визначення функції взаємної кореляції. Використання функції взаємної кореляції для розрахунку часової затримки сигналів. Поняття та визначення функції автокореляції. Завдання : Розрахувати швидкість звуку за допомогою кореляційної функції.	лекція, самостійна робота, лаб	[1-4]	2 5 2	1 тиждень
4	**Тема 4. Підходи до спектрального аналізу сигналів методом Фур'є.** Розклад функції в ряд Фур'є.	самостійна робота лаб.	[1-4]	4 2	1 тиждень

	Поняття та визначення дійсних коефіцієнтів Фур'є. Теорема Найквіста. Особливості розкладу функції в комплексний ряд Фур'є. Поняття та визначення комплексних коефіцієнтів Фур'є. Визначення спектру амплітуд, спектру фаз та спектру потужності сигналу. Теорема Парсвеля. Приклади розкладу періодичних функцій в дійсний та комплексний ряд Фур'є. Основні властивості розкладу сигналу в ряд Фур'є.				
5	**Тема 5. Використання дискретного та швидкого перетворення Фур'є для спектрального аналізу цифрових сигналів.** Технологія застосування методу Фур'є для аналізу цифрових сигналів. Поняття про дискретне перетворення Фур'є. Основні властивості дискретного перетворення Фур'є. Періодичність та симетричність спектру. Необхідність застосування та суть алгоритму швидкого перетворення Фур'є. Фільтрація сигналів за допомогою дискретного перетворення Фур'є.	лекція, самостійна робота, лаб	[1-4]	2 5 2	1 тиждень
6	**Тема 6. Застосування оберненого перетворення Фур'є для аналізу цифрових сигналів.** Поняття інтегралу Фур'є та оберненого перетворення Фур'є. Основні властивості оберненого перетворення Фур'є: лінійність, зсув сигналу в часі, подібність. Теорема Парсвіля. Поняття дельта функції.	самостійна робота, лаб	[1-4]	5 2	1 тиждень
7	**Тема 7.** Підходи до застосування вейвлет-перетворень для аналізу цифрових сигналів. Недоліки спектрального аналізу цифрових сигналів методом Фур'є. Поняття прямого та оберненого вейвлет-перетворення. Основні ознаки вейвлету. Приклади материнських	лекція, самостійна робота, лаб	[1-4]	2 4 2	1 тиждень

	вейвлетів. Неперервне вейвлет-перетворення. Властивості вейвлет-аналізу. Завдання: Порівняти основні властивості аналізу сигналу методом Фур'є та методом вейвлет-перетворень.				
8	**Тема 8.** Розклад сигналів та зображень в ряд по вейвлетам. Суть діадного вейвлет-перетворення. Розрахункові вирази для прямого та оберненого діадного вейвлет-перетворення неперервних сигналів та зображень. Дискретне вейвлет-перетворення. Основні властивості дискретного вейвлет-перетворення. Фільтрація цифрового сигналу за допомогою дискретних вейвлет-перетворень. Завдання: Двохвимірне вейвлет-перетворення.	самостійна робота, лаб	[1-4]	5 2	1 тиждень
9	**Тема 9. Аналіз лінійної системи.** Визначення лінійної системи. Підходи до аналізу лінійної системи. Зв'язок між вхідним та вихідним сигналами лінійної системи. Поняття згортки. Використання імпульсного відгуку для аналізу сигналу. Подання системи в частотній області.	лекція, самостійна робота, лаб	[1-4]	2 5 2	1 тиждень
10	**Тема 10. Особливості голосового сигналу**. Способи представлення голосового сигналу. Характеристика джерел голосового сигналу. Слухова система людини. Частотний діапазон голосового сигналу. Поняття гучності голосового сигналу. Криві рівної гучності. Завдання. Слухове маскування голосового сигналу.	самостійна робота, лаб	[1-4]	5 2	1 тиждень
11	**Тема 11.** Основи цифрової обробки голосових сигналів. Цифрове	лекція, самостійна	[1-4]	2 5	1 тиждень

	подання голосового сигналу. Технічні та програмні засоби формування аудіоданих. Застосування спектрального аналізу голосового сигналу. Параметри та інформативні ознаки голосового сигналу. Оцінка довжини періоду основного тону голосового сигналу. Завдання: Особливості перетворення голосових сигналів в стандарті GSM.	робота, лаб		2	
12	**Тема 12. Цифрова фільтрація голосового сигналу**. Лінійна цифрова фільтрація. Нелінійна цифрова фільтрація. Нерекурсивні цифрові фільтри. Рекурсивні цифрові фільтри. Приклад фільтрації по критерію найменшої середньоквадратичної похибки. Завдання: Адаптивна фільтрація голосового сигналу.	самостійна робота, лаб	[1-4]	5 2	1 тиждень
13-14	**Тема 13.** Особливості розпізнавання голосових сигналів. Типові задачі розпізнавання голосових сигналів. Характеристика задачі розпізнавання диктора та розпізнавання ключових слів в голосовому потоці. Загальний алгоритм розрахунку та застосування мел-кепстральних коефіцієнтів. Використання алгоритму динамічного спотворення часу для порівняння голосових сигналів. Завдання: Особливості задачі розпізнавання ізольованих ключових слів.	лекція, самостійна робота, лаб	[1-4]	2 8 2	2 тижні
15-16	**Тема 14. Поелементний метод розпізнавання голосового сигналу.** Алгоритм поелементного методу. Постановка задачі навчання системи поелементного розпізнавання. Оптимальна сегментація реалізацій. Алгоритм навчання. Визначення довжини початкового еталону. Формування темпоральної транскрипції. Завдання: Критерії подібності елементів голосового сигналу.	самостійна робота, лаб	[1-4]	8 2	2 тижні