

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
Інститут інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних систем і мереж



ПЛАНІ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ
з дисципліни

ЙМОВІРНІСНІ МЕТОДИ ЦИФРОВОГО ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ
(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів спеціальності

F7(123) - Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)

Плани семінарських занять містить рекомендації щодо їх проведення та перелік питань, що розглядаються в межах обраних тем з дисципліни: **"Ймовірнісні методи цифрового опрацювання сигналів"**. Для студентів, що навчаються за освітньо-науковою програмою на здобуття ступеня **доктор філософії** за спеціальністю **"F7(123) - Комп'ютерна інженерія"** / Мельничук С.І. - Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2025. – 9с.

Укладач:

проф. кафедри комп'ютерних систем
і мереж, д.т.н., професор

_____ Степан МЕЛЬНИЧУК

Рецензент:

професор кафедри інформаційно-телекомунікаційних
технологій та систем, д.т.н., професор

_____ Юрій СТРИЛЕЦЬКИЙ

Відповідальний за випуск:

зав. кафедри комп'ютерних систем
і мереж, д.т.н., професор

_____ Степан МЕЛЬНИЧУК

ЗМІСТ

1. Рекомендації щодо проведення семінарських занять	- 3
2. Тематичний план семінарських занять	- 3
3. План семінарського заняття №1	- 4
4. План семінарського заняття №2	- 5
5. План семінарського заняття №3	- 6
6. План семінарського заняття №4	- 7
7. План семінарського заняття №5	- 8
Література	- 9

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Основною метою семінарських занять є поглиблення та закріплення знань, отриманих як на заняттях так і під час самостійного вивчення відповідних тем курсу.

Опитування студентів на семінарі проходить як за бажанням студента, так і за ініціативою викладача. Крім основних виступів студентів на семінарі, викладач оцінює також істотні доповнення до викладеної проблеми.

На семінарських заняттях можуть обговорюватися повідомлення, доповіді та реферати. У кінці заняття викладач підводить підсумки роботи, оцінює виступи і доповнення кожного студента, акцентуючи увагу на найбільш вдалим відповідях, недоліках у висвітленні теми. Крім цього, студенти отримують завдання щодо підготовки до наступного семінарського заняття.

Готуючись до семінарського заняття, студент повинен опрацювати рекомендовані до даної теми джерела та літературу, продумати відповіді на кожне питання, скласти план і стислі тези свого виступу. Важливе значення у підготовці до семінару мають консультації викладачів та наукового керівника, час і місце проведення яких доводиться до відома студентів.

Готуватися до семінарського заняття необхідно заздалегідь. Всебічна та ґрунтовна підготовка – важлива передумова створення творчої атмосфери при обговоренні передбачених планом семінару питань, змістовних виступів і доповнень.

На семінарі студенти повинні доповнювати свої записи новим матеріалом з виступів своїх товаришів та викладача.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

	Теми семінарських занять	Обсяг годин
М 1	Ймовірнісні методи опрацювання сигналів	40
1	Випадкові сигнали і їх характеристики, прогнозування характеристики та оцінювати параметрів за попередніми даними	8
2	Методи ймовірнісного оцінювання параметрів сигналу: максимальної правдоподібності, найменших квадратів, фільтр Калмана	8
3	Аспекти використання ймовірнісних оцінок при опрацюванні інформаційно-вимірювальних сигналів	8
4	Аспекти використання ймовірнісних оцінок при опрацюванні комунікаційних сигналів	8
5	Аспекти використання ймовірнісних оцінок при розпізнаванні об'єктів за їх зображеннями	8

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №1

Тема № 1. Випадкові сигнали і їх характеристики, прогнозування характеристики та оцінювати параметрів за попередніми даними.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з теоретичними аспектами випадкових сигналів, їх характеристик, методів прогнозування та моделювання, розвиток навичок аналізу складних систем, що працюють із випадковими сигналами, та створення точних моделей для їх оцінки, прогнозування і використання у прикладних задачах. Завдання семінару: зрозуміти, чим стаціонарні сигнали відрізняються від нестаціонарних, знати та обчислювати основні характеристики сигналів, зокрема математичне сподівання, дисперсія, кореляція, ентропія, тощо. Розуміти методи генерації сигналів на основі випадкових процесів (Гаусса, Пуассона, Маркова) та емпіричного моделювання.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Білий шум і які його основні характеристики.
2. Що характеризує дисперсія та СКВ випадкового сигналу?
3. Методи розрахунку автокореляції та взаємкореляції випадкових сигналів.
4. Як працюють авторегресійні моделі (AR) і для яких типів сигналів вони застосовуються?
5. Ключові етапи побудови прогнозуючих моделей.
6. Особливості генерування сигнали на основі випадкових процесів.
7. Емпіричне моделювання і як використання реальних даних впливає на точність моделі?

План семінару:

1. Випадкові сигнали та їх характеристики:
 - типи випадкових сигналів: стаціонарні, нестаціонарні, білий шум;
 - основні характеристики: математичне сподівання, дисперсія, кореляція, ентропія, тощо;
 - особливості розрахунку ковзних та вибіркового оцінок, їх властивості.
2. Прогнозування характеристик сигналу:
 - екстраполяція трендів: використання історичних даних для побудови прогнозу;
 - авторегресійні моделі (AR): прогнозування сигналу на основі його попередніх значень;
 - ARIMA (авторегресійно-інтегрована модель ковзного середнього) для стаціонарних та нестаціонарних сигналів;
 - основні принципи побудови прогнозуючих моделей.
3. Моделювання випадкових сигналів:
 - проблеми математичного чи комп'ютерного моделювання випадкових сигналів;
 - генерування сигналів на основі випадкових процесів, зокрема Гаусса, Пуассона, Маркова;
 - емпіричне моделювання, використання реальних даних для створення моделі, що відображає специфічні особливості сигналу.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №2

Тема № 2. Методи ймовірнісного оцінювання параметрів сигналу: максимальної правдоподібності, найменших квадратів, фільтр Калмана.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення зі способами ймовірнісного оцінювання параметрів сигналів, алгоритмічних підходів до їх реалізації, а також логіко-статистичних інформаційних моделей (ЛСІМ), розвиток навичок у сфері аналізу сигналів, вибору оптимальних методів оцінювання та використання сучасних алгоритмічних і статистичних підходів для опрацювання інформації у різних прикладних завданнях. Завдання семінару: розуміти основні підходи до ймовірнісного оцінювання параметрів сигналів, знати з різні типи логіко-статистичних інформаційних моделей (ЛСІМ) та розуміти особливості їх використання.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Які способи використовують для оцінювання ймовірнісних параметрів сигналу?
2. Як вибір ймовірнісної характеристики впливає на ефективність опрацювання сигналів?
3. Суть, переваги, недоліки і де застосовують алгоритм максимальної правдоподібності.
4. Суть, переваги, недоліки і де застосовують алгоритм найменших квадратів.
5. Суть, переваги, недоліки і де застосовують алгоритм фільтру Калмана.
6. Основні особливості логіко-статистичних інформаційних моделей.
7. Які аспекти слід враховувати при виборі ЛСІМ для конкретного завдання обробки сигналу?

План семінару:

1. Ймовірнісне оцінювання параметрів сигналу:
 - основні підходи до оцінювання ймовірнісних параметрів сигналу;
 - проблеми реалізації методів за точністю, складністю реалізації та адаптивністю;
 - вплив вибору ймовірнісної характеристики та методу її оцінювання для конкретного завдання.
2. Алгоритмічні особливості методів ймовірнісного оцінювання сигналів:
 - алгоритм максимальної правдоподібності (ММП), призначення, переваги та недоліки;
 - алгоритм найменших квадратів (МНК), призначення, переваги та недоліки;
 - алгоритму фільтру Калмана, призначення, переваги та недоліки.
3. Логіко-статистичні інформаційні моделі (ЛСІМ):
 - особливості ЛСІМ 1 та ЛСІМ 2, їх переваги і недоліки;
 - особливості ЛСІМ 3, ЛСІМ 4 та ЛСІМ 5, їх переваги і недоліки;;
 - аспекти застосування ЛСІМ для опрацювання сигналів.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №3

Тема № 3. Аспекти використання ймовірнісних оцінок при опрацюванні інформаційно-вимірювальних сигналів.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з теоретичними аспектами інформаційно-вимірювальних сигналів, їх характеристик, а також причин виникнення та впливу спотворень і шумів. Розуміння методів ймовірнісного оцінювання параметрів та їх практичного застосування, вдосконалення аналітичних і технічних навичок, що необхідні для роботи з вимірювальними сигналами. Завдання семінару: розуміти природу поняття інформаційно-вимірювальних сигналів, знати їх класифікацію та характеристики. Розуміти методи згладжування ковзних та вибіркового ймовірнісних оцінок, їх переваги та недоліки, а також вміти застосовувати ймовірнісні оцінки для вирішення прикладних завдань з опрацювання сигналів.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Основні характеристики інформаційно-вимірювальних сигналів, і їх вплив на вимірювання?
2. Як спотворення та шуми впливають на якість інформаційно-вимірювальних сигналів?
3. Методи, що використовують для зменшення впливу шумів на вимірювальні сигнали.
4. Принцип вимірювання витрати газу за допомогою ймовірнісних оцінок шумів потоку.
5. У чому сутність згладжування ковзних і вибіркового ймовірнісних оцінок?
6. Переваги та недоліки ковзного ймовірнісного оцінювання у порівнянні з вибіркового.
7. Які ключові аспекти слід враховувати при застосуванні ймовірнісних методів до опрацювання вимірювальних сигналів?

План семінару:

1. Інформаційно-вимірювальні сигнали:
 - визначення та класифікація інформаційно-вимірювальних сигналів;
 - особливості формування і основні характеристики сигналів (амплітуда, фаза, частота, тощо);
 - вплив спотворень та шумів на вимірювальні сигнали.
2. Опрацювання вимірювальних сигналів на основі ймовірнісного оцінювання:
 - використання ймовірнісних оцінок як опосередкованого значення вимірюваного параметру;
 - особливості вимірювання витрати газу за ймовірнісними оцінками шумів потоку;
 - методи згладжування ковзних та вибіркового ймовірнісних оцінок.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №4

Тема № 4. Аспекти використання ймовірнісних оцінок при опрацюванні комунікаційних сигналів.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з теоретичними аспектами формування та опрацювання комунікаційних сигналів, а також опанування методів ймовірнісного оцінювання таких сигналів. Розвиток навичок у сфері цифрового опрацювання сигналів, вибору оптимальних методів та використання сучасних алгоритмічних і статистичних підходів для опрацювання комунікаційних сигналів у прикладних завданнях. Завдання семінару: розуміти особливості формування комунікаційних сигналів, включаючи амплітуду, фазу та форму, а також ймовірнісні оцінки як інформаційні ознаки біту повідомлення. Розвинути здатність вибору оптимального методу опрацювання комунікаційних сигналів залежно від задачі.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Ключові характеристики комунікаційних сигналів і їх вплив на передачу даних.
2. Способи формування/опрацювання комунікаційних сигналів у сучасних системах зв'язку.
3. Які бувають спотворення сигналів і їх впливають на ефективність опрацювання сигналів?
4. Способи формування комунікаційних сигналів за ймовірнісними оцінками.
5. Способи опрацювання комунікаційних сигналів за ймовірнісними оцінками.
6. Різниця між кореляційним і ймовірнісним підходом до обробки комунікаційних сигналів
7. Як вибір методу опрацювання комунікаційних сигналів залежить від конкретного завдання?

План семінару:

1. Комунікаційні сигнали:
 - визначення та класифікація комунікаційних сигналів;
 - особливості формування і основні характеристики сигналів (амплітуда, фаза, форма, тощо);
 - вплив спотворень та шумів на комунікаційні сигнали.
2. Опрацювання комунікаційних сигналів на основі ймовірнісного оцінювання:
 - використання ймовірнісних оцінок як інформаційної ознаки біту повідомлення;
 - особливості формування/опрацювання комунікаційних сигналів за ймовірнісними оцінками;
 - порівняння кореляційного і ймовірнісного підходу до опрацювання комунікаційних сигналів.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ПЛАН СЕМІНАРСЬКОГО ЗАНЯТТЯ №5

Тема № 5. Аспекти використання ймовірнісних оцінок при ідентифікації об'єктів за їх зображеннями.

Навчальний час: 8 год.

Мета і завдання семінару: ознайомлення з теоретичними аспектами знань у сфері аналізу, опрацювання та ідентифікації об'єктів на зображеннях, а також опанування сучасних методів та алгоритмів, включаючи ймовірнісні оцінки. Завдання семінару: знати основні методами та алгоритмами, що застосовуються для ідентифікації об'єктів, розуміти принципи використання ймовірнісних оцінок для визначення форми чи інших ознак об'єктів, розвинути навички аналізу зображень на основі сучасних алгоритмів та технік ймовірнісного оцінювання.

Питання для перевірки базових знань за темою семінару:

1. Методи і алгоритми, що найчастіше застосовують для ідентифікації об'єктів на зображеннях.
2. Поняття характерних ознак форми, контуру та кольору об'єкту на зображеннях.
3. Як ймовірнісні оцінки можна використати для визначення форми та контуру об'єкту?
4. Способи опрацювання зображень за ймовірнісними оцінками.
5. Які основні методи використовують для зменшення спотворень у зображеннях?
6. Відмінність між ймовірнісним і іншими методами ідентифікації об'єктів за їх зображеннями.
7. Переваги та недоліки опрацювання зображень за ймовірнісними оцінками у порівнянні з іншими методами.

План семінару:

1. Представлення та характеристики зображень:
 - методи та алгоритмами, що застосовуються для розпізнавання об'єктів;
 - основні характеристики об'єктів на зображеннях (форма, контури, кольори, тощо);
 - проблеми опрацювання зображень, що зазнали впливу спотворень та шумів.
2. Опрацювання зображень на основі ймовірнісного оцінювання:
 - використання ймовірнісних оцінок як інформаційної ознаки форми об'єкту;
 - особливості опрацювання зображень за ймовірнісними оцінками;
 - порівняння ймовірнісного підходу і інших методів ідентифікації об'єктів за їх зображеннями.

Форми контролю знань: обговорення питань, доповідей, рефератів; презентація виконаних завдань тощо.

ЛІТЕРАТУРА

4.1 Основна література

1. Steven M. Kay's Fundamentals of Statistical Signal Processing, Vol. 1: Estimation Theory (ISBN: 0-13-345711-7).
2. Robert M. Gray, Lee D. Davisson. An Introduction to Statistical Signal Processing. Cambridge University Press; 1st edition (January 24, 2005)? ISBN-13. 978-0521838603.

4.2 Додаткова література

3. S. Bourguignon, H. Carfantan, and J. Idier, "A sparsity-based method for the estimation of spectral lines from irregularly sampled data," IEEE J. Sel. Top. Signal Processing, vol. 1, pp. 575–585, Dec. 2007.
4. Melnychuk, S., Manuliak, I. Analysis of the passive fragments influence in broadband signals with manipulated information entropy on the data transmission reliability. 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference: Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2019 - Proceedings, 2019, pp. 567–570.

4.3 Інформаційні ресурси в Інтернеті

5. електронна наукова бібліотека НУБіП України. Електронний ресурс:
<http://elibrary.nubip.edu.ua>
6. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ. Електронний ресурс:
<http://www.nbuv.gov.ua/>
7. Processing, Estimation and Measurement of Signals Parameters in Public Distribution Networks. Електронний ресурс: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-43107-4>.
8. Vibration Analysis, Instruments, and Signal Processing. Електронний ресурс: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781482231458_A24097777/preview-9781482231458_A24097777.pdf