

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

**Фізичний**

(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра оптики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Обробка і аналіз інформаційних потоків**

для студентів

галузь знань **15 Автоматизація та приладобудування**  
(шифр і назва)

спеціальність **152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка**  
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **оптотехніка**

(назва освітньої програми)

спеціалізація

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

**обов'язкова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

5

Кількість кредитів ECTS

3

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: **доцент Якунов Андрій Васильович**


Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ («\_\_\_\_») «\_\_\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ («\_\_\_\_») «\_\_\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник(и): Якунов Андрій Васильович - кандидат фіз-мат наук, доцент,  
доцент кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Завідувач кафедри оптики  
( Леонід ПОПЕРЕНКО )

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Протокол № 13 від « 19 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11  
Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Олег ОЛІХ)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

1. **Мета дисципліни** – надати базові знання та навички, необхідні для оцінювання, обробки та аналізу результатів спостережень, вимірювань та моніторингу фізичних об'єктів – джерел інформаційних потоків, зокрема, упорядкованих і неупорядкованих масивів даних, часових рядів, статичних та динамічних зображень; вивчення алгоритмів цифрової обробки інформаційних потоків, її реалізації в інформаційно-вимірювальних та оптико-електронних системах та її застосування у різних галузях науки, техніки та виробництва.

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності)<sup>1</sup>:**

– *Знати* основи математичного аналізу, лінійної алгебри, електрики, оптики, радіоелектроніки.

– *Вміти* описувати на якісному рівні характер сигналу (інформаційного потоку), класифікувати сигнали, представляти їх у цифровому та графічному вигляді.

– *Мати елементарні навички* практичної роботи з комп'ютерними програмами по обробці, аналізу та графічного представлення цифрових даних.

3. **Анотація навчальної дисципліни:**

Дисципліна «Обробка і аналіз інформаційних потоків» вивчає основи теорії цифрової обробки інформаційних потоків різної розмірності (упорядкованих і неупорядкованих масивів даних, часових рядів, статичних та динамічних зображень) у частині базових методів та алгоритмів, інваріантних відносно їх фізичної природи, які включають: математичний опис інформаційних потоків, статистичні методи аналізу масивів даних, спектральний та кореляційний аналіз часових рядів, аналіз нестационарних рядів, цифрову обробку та спектральний аналіз статичних зображень, кореляційний аналіз динамічних зображень.

В рамках дисципліни розглянуто приклади практичної реалізації відповідних методів аналізу для конкретних інформаційно-вимірювальних технологій, а також їх комп'ютерне забезпечення.

Методи викладання: лекції, консультації, практичні заняття. Методи оцінювання: домашні завдання, експрес-опитування, контрольні роботи. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. **Завдання (навчальні цілі)**

**Перелік компетентностей:**

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях. .

ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК13. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Фахові компетентності

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

---

<sup>1</sup> альтернативний варіант :

Успішне опанування курсу \_\_\_\_\_

Знання теоретичних основ \_\_\_\_\_

ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

ФК4. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

ФК14. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування задач в галузі оптики, лазерної фізики та метрології, проводити моделювання оптичних та оптико-електронних систем.

#### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	- Типи інформаційних потоків та їх математичний опис - Методи статистичного, спектрального та кореляційного аналізу вхідних даних.	Лекції	Домашні завдання, експрес-опитування,	10
1.2	- методи аналізу нестационарних рядів та динамічних зображень - основні положення проблеми розпізнавання образів та машинного навчання	Лекції	Домашні задачі, експрес-опитування	10
2.1	- Використовувати комп'ютерні програми для імпорту, первинного аналізу та графічного представлення вхідних даних різної розмірності, - Володіти інструментарієм статистичної обробки впорядкованих та неупорядкованих масивів даних - Виконувати спектральний та кореляційний аналіз часових рядів	Лекції, практичні заняття	Контрольна робота 1	15
2.2	- Виконувати спектральний аналіз статичних зображень - Виконувати кореляційний аналіз динамічних зображень - Створювати елементарні нейронні мережі для аналізу простих сигналів	Лекції, практичні заняття	Контрольна робота 2	15
3.1	- Здатність працювати у колективі, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами	Практичні заняття, самостійна робота	Активна робота на практичних заняттях,	5

4. 1	- Демонстрація авторитетності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, відповідальність у ставленні до виконуваних робіт		усні відповіді на питання	5
---------	---	--	---------------------------	---

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**  
(необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	2.1	2.1	3.1	4.1
ПРН01. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.	+	+	+	+		+
ПРН04. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.	+	+	+	+	+	
ПРН06. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.	+	+	+	+	+	+
ПРН08. Вміти організувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.	+	+	+	+	+	+
ПРН13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. По результатах контрольної роботи, перевірки домашніх завдань та експрес-опитування

2. По результатах експрес-опитування та контрольної роботи

#### - підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку)<sup>2</sup>:

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	18	18	24	60
Максимум	30	30	40	100

#### - умови допуску до підсумкового екзамену:

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше **36 балів**.<sup>3</sup> Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

**7.2 Організація оцінювання:** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59
<b>Зараховано</b> / Passed	60-100
<b>Не зараховано</b> / Fail	0-59

---

<sup>2</sup> Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

<sup>3</sup> У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше - 20 балів, а рекомендований мінімум не менше 36 балів, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше 24 балів (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони не додаються до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостій на робота
1	<p>Мета і завдання спецкурсу. Сигнал як інформаційний потік. Розмірність ІІ. Основні задачі метрології інформаційних потоків. Мета і алгоритми аналізу ІІ.</p> <p><i>СР: Опрацювання матеріалу лекцій</i></p>	2		3
2	<p>Спеціальне програмне забезпечення для обробки та аналізу ІІ: OriginLab, ImageJ.</p> <p><i>ПЗ. Особливості використання універсального пакету MathCAD. Інтерфейс та базові операції.</i></p> <p><i>СР. Операції імпорту, форматування та представлення даних у пакеті MathCAD</i></p>	2	2	3
3	<p>Статистична вибірка, як приклад квазі-одновимірного ІІ. Елементи теорії ймовірності та статистичні методи аналізу. Закон великих чисел. Статистичні розподіли. «Нуль-гіпотеза». Параметричні та непараметричні критерії.</p> <p><i>СР Методи статистичного аналізу у пакетах MathCAD та OriginLab</i></p>	2		3
4	<p>Упорядкована вибірка, як приклад квазі-одновимірного ІІ. Випадковий ряд. Перевірка на стаціонарність. Видалення тренду. Випадковий бінарний ряд. Перевірка на випадковість за стандартом NIST.</p> <p><i>ПЗ. Генерація випадкових та псевдовипадкових рядів, та перевірка їх на стаціонарність в MathCAD</i></p> <p><i>СР. Статистичні тести NIST (Національного Інституту Стандартів та Технологій, США)</i></p>	2	2	3
5	<p>Одновимірний ІІ. Неперервний та дискретний часові ряди. Приклади обробки одновимірних ІІ. Поняття про кореляцію. Функція взаємної кореляції та автокореляції.</p> <p><i>СР. Методи кореляційного аналізу у пакетах MathCAD та OriginLab</i></p>	2		3
6	<p>Одновимірний ІІ. Розкладання в ряд Фур'є. Дискретне та швидке перетворення Фур'є. Інтегральне перетворення Фур'є.</p> <p><i>ПР. Пряме і обернене перетворення Фур'є в MathCAD.</i></p> <p><i>СР Методи спектрального аналізу часових рядів у пакеті OriginLab</i></p>	2	2	3

7	Одновимірний ІІІ. Потужність та енергія сигналів. Спектр потужності. Зв'язок спектру потужності з автокореляційною функцією.  <i>СР. Опрацювання матеріалу лекції.</i>	2		3
8	Одновимірний ІІІ. Аналіз лінійних систем. Фільтрація. <i>ПР. Спектральний аналіз лінійних систем в MathCAD.</i> <i>СР. Опрацювання матеріалу лекції.</i>	2	2	3
9	Одновимірний ІІІ. Дискретизація сигналів. Критерії оптимальної дискретизації. Приклади використання аналізу часових рядів у метрології. <i>СР. Опрацювання матеріалу лекції.</i>	2		3
10	Одновимірний ІІІ (нестационарний випадок). Типи нестационарної поведінки. Віконне перетворення Фур'є. Поняття про вейвлет-аналіз. <i>ПЗ. Застосування вейвлет-аналізу в MathCAD.</i> <i>СР. Вейвлет аналіз нестационарного часового ряду в програмі OriginLab</i>	2	2	3
11	Двовимірний статичний ІІІ. Формування та демонстрація зображень. Перетворення оптичного зображення в лінійній системі. <i>СР. Операції імпорту, перетворення та первинного аналізу зображень у пакеті ImageJ</i>	2		3
12	Цифрова обробка зображень: просторове розділення, крок та апертура вибірки, відношення сигнал\шум. Поняття про комп'ютерну томографію. Фрактальний аналіз зображення поверхні як інструмент для обрахунку її шорсткості. <i>ПЗ.Цифрова обробка зображень в MathCAD.</i> <i>СР Базові операції обробки зображень у пакеті ImageJ. Фрактальний аналіз</i>	2	2	3
13	Проблема розпізнавання образів. Поняття про нейронні мережі. Приклади застосування нейронних мереж у метрології (аналіз шорсткості поверхні).  <i>СР Опрацювання матеріалу лекцій</i>	2		3
14	Оптична обробка двовимірних та багатоканальних одновимірних ІІІ. Просторові модулятори. Передавальна матриця лінійної оптичної системи. Відтворення зображення при проходженні світлового пучка через оптично неоднорідне середовище.  <i>СР. Операції з матрицями в пакеті MathCAD</i>	2		4



15	Двовимірний динамічний ІІ на прикладі динамічних спеклів. Оптика спеклів. Розв'язування задач оптичної метрології із застосуванням аналізу спеклів. <i>ПЗ Аналіз динамічних спеклів із послідовним застосуванням пакетів ImageJ -&gt;MathCAD -&gt; OriginLab СР. Алгоритми аналізу динамічних спеклів.</i>	2	2	4
<b>ВСЬОГО<sup>4</sup></b>		<b>30</b>	<b>14</b>	<b>46</b>

\*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 90 год.<sup>5</sup>**, в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Практичних - **14 год.**

Самостійна робота - **46 год.**

### 9. Рекомендовані джерела<sup>6</sup>:

**Основна:** (Базова)

1. *Наконечний А., Наконечний Р., Павлиш В.* Цифрова обробка сигналів, 2010
2. *Заболотній С.В.* - Цифрова обробка сигналів: лабораторний практикум. Черкаси, 2007.
3. *Sirohi S.* Introduction to optical metrology.- CRC Press,- 2016.
4. *Afshin Samani* - An Introduction to Signal Processing for Non-Engineers (2019, CRC Press)

**Додаткова:**

1. Shuvra S. Bhattacharyya - Handbook of Signal Processing Systems – 2019
2. *Lingsong He, Bo Feng* - Fundamentals of Measurement and Signal Analysis (2022, Springer)
3. Статистичні тести NIST – <https://csrc.nist.gov/projects/random-bit-generation/documentation-and-software>

Голова Науково-методичної ради

В.А.Бугров

4 У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається реальна кількість годин (кратне 2 год. – час тривалості пари).

5 Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

6 В тому числі Інтернет ресурси