**Лекція 1**

**Вступ**

Широке застосування знаходять автоматичні та автоматизовані оптико електронні системи (ОЕС). Є необхідним вимірювати характеристик та параметрів фізичних і технологічних процесів, керування рухомими об’єктами, передача, обробки інформації.

Використання таких систем зумовлено перевагами електро-магнітнного випромінювання:

1. Процеса та явища у природі та у виробничій діяльності, що супроводжується електро-магнітним випромінюванням пов’язані з відбиванням та розсіюванням випромінювання.
2. Застосування електро-магнітного випромінювання як джерела або переносника інформації не супроводжується енергетичним втручанням в самі процеси.
3. Електромагнітне випромінювання оптичного діапазону володіє як властивостями джерела, так і переносника інформації, великою ємністю та пропускною здатністю. Інформація міститися в амплітуді, частоті, фазі; просторовій, часовій структурі, поляризації.
4. Швидкість поширення .
5. Просторова густина оптичного випромінювання забезпечує мінімальні розміри приймальної частини ОЕС, порівняно з аналогічними в радіодіапазоні.
6. Легко піддається автоматизації систем управління, обробки та перетворення електро-магнічного випромінювання.

**1. Загальний підхід до побудови ОЕС**

Склад функціонування елементів ОЕС, послідовність обробки та перетворення сигналів (Рис. 1).

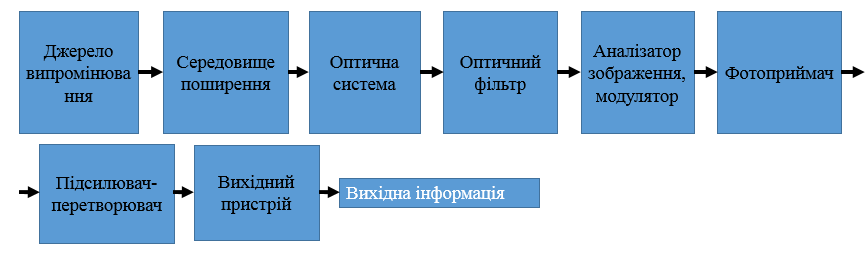


Рис. 1. Склад функціональних елементів ОЕС

* Джерело інформаційне багатопараметричне поле; параметрами просторова, часова структура яскравості, спектральний склад, розподіл амплітуд фаз, ступінь поляризації. Характеристики та параметри описують детермінованими та випадковими функціями;
* середовище частина простору між джерелом та оптичною системою;
* оптична система первинної обробки інформації;
* оптичний фільтр вибіркове пропускання потоку випромінювання за спектральним складом для поліпшення сигнал/шум;
* аналізатор зображення (модулятор) перетворює розподіл освітленості в просторі зображення чи розподіл яскравості у просторі предметів у часову послідовність сигналів потоку;
* фотоприймач пертворює ОС в ЕС;
* підсилювач – перетворювач підсилення та перетворення сигналу;
* вихідний пристрій залежить від типу та задач ОЕС (індикаторний пристрій, аналоговий, цифровий, відеоконтрасний, пристрій запису інформації).

**1.1. Класифікація сигналів**

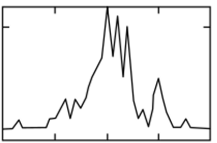
Сигнал від терміна “знак” – процес зміни фізичного стану об'єкту для відображення, реєстрації, передачі інформації (повідомлення). Їх вивчають за допомогою різних приладів та пристроїв (приймачі, вольтметри, осцилографи).

Математична модель функція від часу, координат. Модель формується на основі явища.

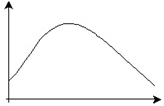
Функції, що описуєть сигнали, можуть бути як дійсні, так комплексні.

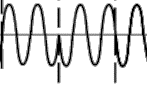
Створені моделі дають можливість порівнювати сигнали.

Сигнали є:

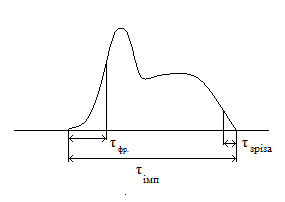
* одномірні, багатомірні,
* детерміновані імовірність визначення максимальна;   
   випадкові ,
* імпульсні сигнали (коливання, які існують в межах кінцевого відрізку часу) відеоімпульси, радіоімпульси

Якщо – відеоімпульс, то радіоімпульс

відеоімпульс

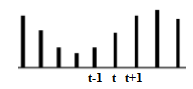
 радіоімпульс

Радіоімпульс характеризується тонкою структурою: характерним є амплітуда, протяжність імпульса (), протяжність фронта (), протяжність зріза ()



Вперше термін відеоімпульс використовується в техніці телебачення.

* аналогові, дискретні, цифрові сигнали
* континуальні (аналогічний) подібний до фізичного процесу

кінцева множина точок 

- крок дискретизації

Немає необхідності відтворювати сигнал во всі моменти часу.

По одній лінії передавати повідомлення від різних джерел, утворюючи багатоканальний зв’язок

* різновидом дискретного сигналу є цифрові сигнали

Відлікові значення представлені як число: 

Виокремлюють двійкову систему.

Будь-який аналоговий сигнал можна представити через набір прямокутників.

**1.2. Типи ОЕС**

За характером інформаційні, випромінювальні, слідкуючі.

* Інформаційні призначені для збору, обробки, подання на контрольований пристрій інформаї про структуру полів випромінювання в різноманітних ділянках спектру: тепловізійні прострої (фотографування картинок місцевості); медична діагностика (обстеження різних частин тіла); контроль справжності електронних схем; лазерні локатори; тепловізори (розпізнавання об’єктів та образів).

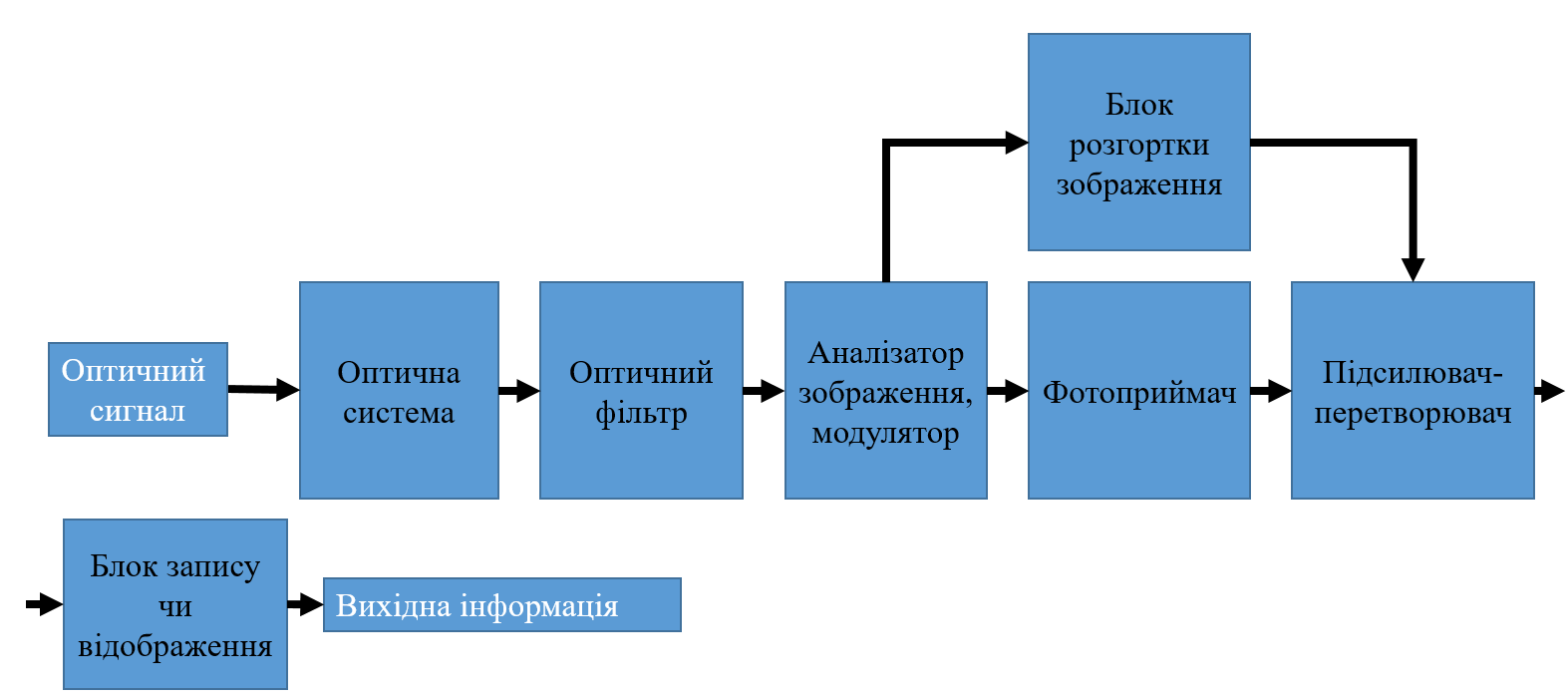


Рис. 2. Функціональна схема приймальної частини ОЕС інформаційного типу

Синхронізований сигнал в блоці розгортки зображення призначений для прив'язки просторового розподілу ділянки поля спостереження до координат і часу, що необходно для наступної обробки.

* ОЕС вимірювального типу призначені для вимірювання об'єктів, процесів, координат, розмірів, дільності, швидкості руху, взаємної орієнтації об'єктів для вимірювання інтегральної та спектральної шустини яскравості, поляризації.

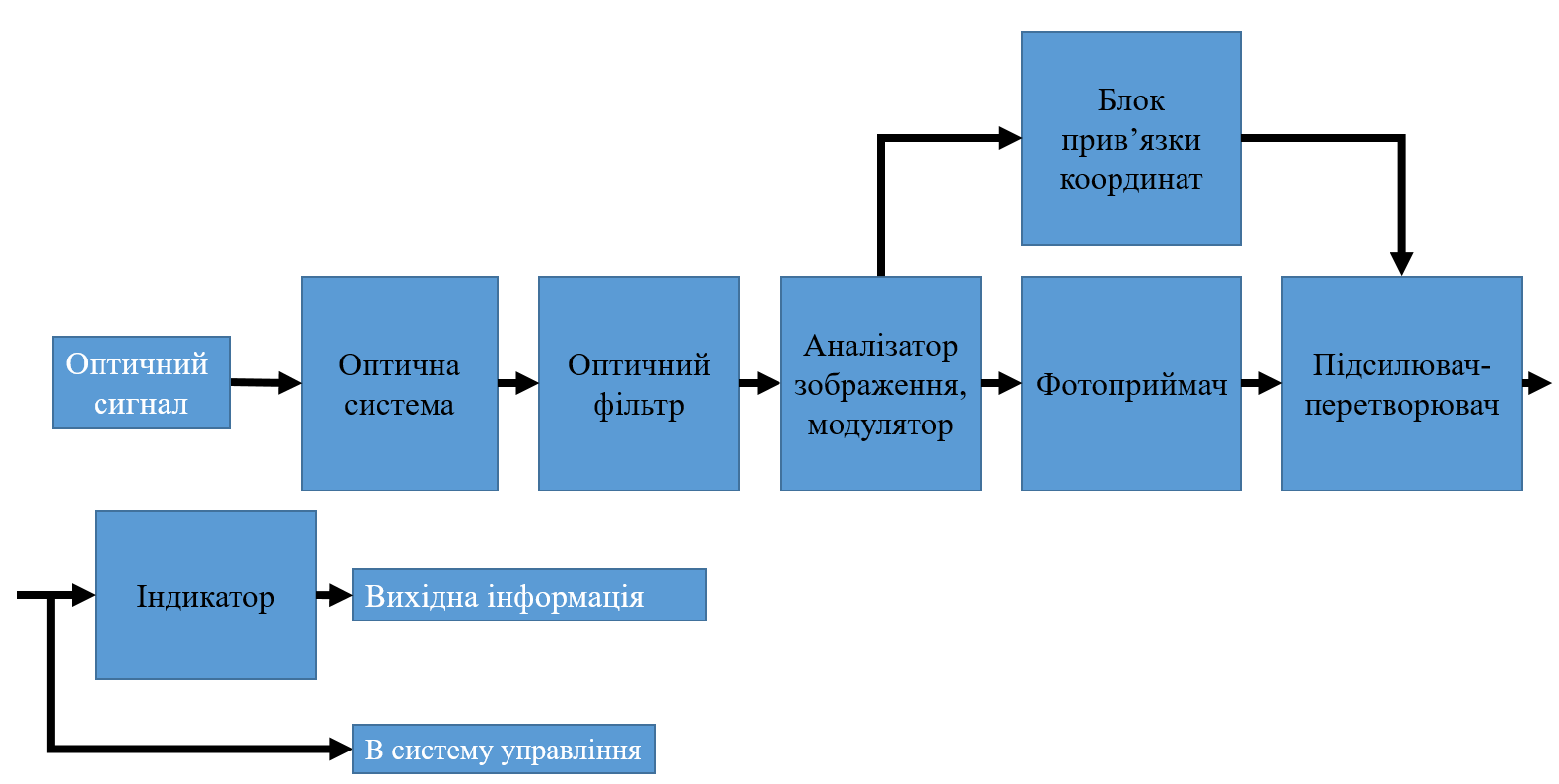


Рис. 3. Функціональна схема приймальної частини ОЕС вимірювального типу

* ОЕС відстежувального типу автоматичний супровід окремих об'єктів (власне або відбите випромінювання); для підтримки параметрів випромінювання на заданому рівні та для випромінювання цих.

Наявність від'ємного зворотного зв'язку, що дозволяє усунути відмінності між вхідним та вихідним значенням випромінювальної величини.

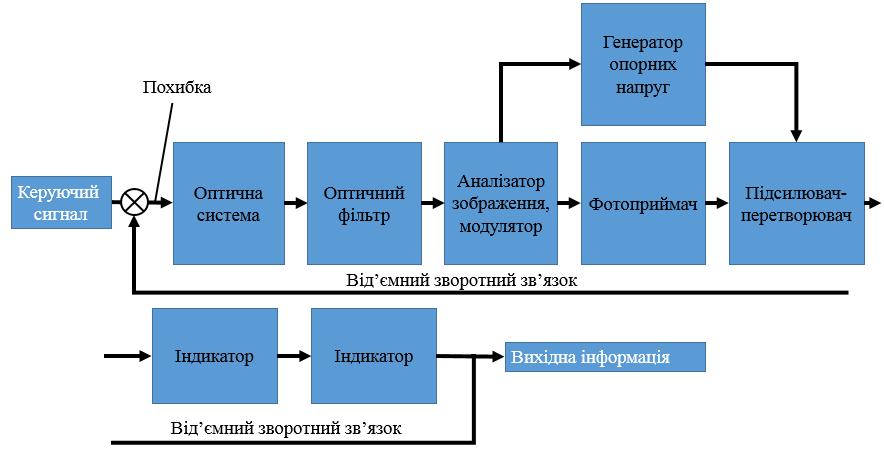


Рис. 4. Функціональна схема приймальної частини ОЕС відстежуючого типу

До цього типу відносять пристрої стеження за окремими джерелами випромінювання (теплові, лазерні, головки самонаведення, пристрої механічної обробки деталей по фотокопії або за кресленням, підтримка технологічного режиму).

Особливості ОЕС: сигнали на вході та виході містять завади. Рівень завад може бути високим. Тому нормальне функціонування ОЕС забезпечується при оптимізації обробки сигналів на всіх етапах перетворення.

Для ОЕС характерні 2 основних режими роботи: виявлення і нормальне функціонування.

Сучасні оптико-електронні пристрої – складні автоматичні системи, що складаються з оптичних, механічних, електромеханічних, розрахункових, електронних пристроїв високої точності. В різних частинах ОЕС сигнали зазнають неперервного багатофункціонального перетворення, пов’язаного з підсиленням, оптичною обробкою відповідно до задачі.

Основне завдання по проектуванню ОЕС вибір структури, параметрів, коструктив розв'яків, при яких забезпечуються оптимальна обробка сигналів у всіх режимах роботи в усьому діапазоні вимірювання корисних сигналів, завад, що мають місце при експлуатації. Розв’язок базується на сучасних статичних методах.

Основний зміст курсу викладання математичних методів, опис процесів перетворення сигналів від простору предметів до виходу пристрою, метолів розрахунку та оптимізації структури і параметрів як окремих елементів ОЕС, так і простроїв у цілому.

**Розділ 1.**

**Математичні основи аналізу та синтезу оптико-електронних систем**

**1.1. Лінійні системи, методи їх дослідження та характеристики**

Довільна динамічна система перетворює функцію деяких незалежних змінних, що описують вхідний сигнал, в інші функції, що характеризують вихідний сигнал. Якщо система одновимірна, то вхідні і вихідні сигнали описуються функцією одної незалежної змінної; для багатовимірних сигналів функції декількох змінних.

Одновимірна динамічна система:



Рис. 5. Умовне зображення одновимірної динамічної системи

У системі (або вузлі) здійснюється перетворення однієї функції в іншу згідно з рівняннями:

(2)

(1)

де - оператори, що визначають закон перетворення відповідних функцій.

Нехай на вході одночасно декілька сигналів.

Якщо сигнал на виході від сукупності вхідних сигналів можна представити сумою вихідних сигналів від кожного вхідного сигналу взятого окремо, то система - лінійна. Це - фундаментальна властивість лінійної системи.

Лінійні системи: електричне коло з параметрами, незалежними від напруги і струмів, прошарок простору.

Нелінійна система: фотографічна плівка, квадратичний детектор.

Для лінійної системи (вихідний сигнал):

(3)

Оператор є сума довільних сигналів від незалежних змінних , тобто

(4)

Використовуємо позначення ,

(5)

+…++

Із врахуванням (5) закон зміни вихідного сигналу запишеться як:

(6)

==(+…++)y(x)

Для вихідного сигналу оператор може бути записаний аналогічним чином (інші коефіцієнти).

Для лінійних систем коефіцієнти не залежать від рівня самого сигналу.

Для дослідження динамічних систем у теорії систем використовуються декілька характерних вхідних сигналів з реакцією , що повністю визначають властивості системи при роботі з довільними сигналами (імпульсні, одиничні, сходинкові і гармонійні).

Імпульсний сигнал –функція) Дірака:

(9)

(8)

(7)

Вихідний сигнал при поданні на вхід лінійної системи імпульсного сигналу носить назву функції ваги та позначається .

Якщо початок координат .



Рис. 6. Схема реакції лінійної системи на імпульсний сигнал

Одиничний сигнал :

(13)

(12)

(11)

(10)

=

Функція , що визначає сигнал на виході лінійної системи, коли на її вхід поданий сигнал , носить назву перехідна функція системи.

Між функцією ваги та перехідною функцією існує однозначний зв'язок, що випливає із властивостей лінійності системи.



Рис. 7. Реакцію лінійної системи на сходинковий сигнал

(14)

Сигнал ділимо на окремі компоненти.

Якщо відомі функції та , то можна знайти реакцію лінійної системи () на довільний вхідний сигнал із допомогою інтеграла згортки:

(15)