**Лекція 21**

**Характеристики та параметри некогерентного поля випромінювання. Обробка інформації методами некогеренсної оптики**

- Теорія некогерентної просторової фільтрації

Теорія некогерентної фільтрація була створена Дюрфьє у 50-х роках минулого століття. Є лінзи, в площині P якої формується зображення точкового джерела. Розподілений активності в зображенні точкового джерела дорівнює квадрату модулів розподілу амплітуди в картині дифракційна апертури лінзи . Це є картина дифракція по інтенсивності і дорівнює:

(7.1)

Розглянемо просторово – некогерентний об'єкт, розподіл інтенсивності в якому (у випадку некорерентного об'єкту комплексне амплітуда не має змісту й його випромінювання характеризується лише інтенсивністю).

Нехай є точкове джерело . Картину дифракції по інтенсивності має вигляд .

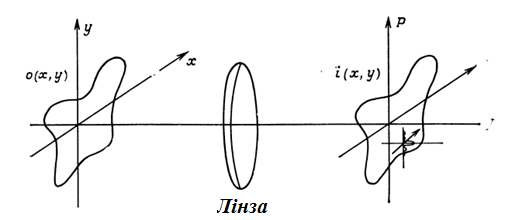


Рис. 53.

Цю величину необхідно помножити на інтенсивність об’єкту в т.

Оскільки випромінює від усіх точок об'єктами некогерентно, інтенсивність всіх картин дифракції додається і повна інтенсивність в площині P дорівнює інтегралу

що являє собою згортку розподілу інтенсивності на об’єкті з імпульсним відгуком оптичної системи по інтенсивності, що записується:

На цьому співвідношення базується обробка інформації методами некогерентної оптики.

Підхід такий же, як і для когерентної просторової фільтрації, але зміст інший:

а) при некогерентному опроміненні умовам лінійної просторово-інваріантної фільтрації задовольняє інтенсивність опромінення, тоді як при когерентному опроміненні ці умови виконуються для комплексних амплітуд;

б) імпульсний відгук некогерентної системи просторової фільтрації дорівнює квадрату модуля імпульсного відгуку когерентної системи просторової фільтрації (7.1).

Виконавши перетворення Фур'є лівої та правої частин (7.1), можна записати:

Висновок: передавальна функція некогерентної системи просторової фільтрації дорівнює функції автокореляції передавальної функції некогерентної системи просторової фільтрації.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Когерентна просторова фільтрація** | **Некогерентна просторова фільтрація** |
| Вхідна величина | f – комплексна амплітуда на об’єкті | - інтенсивна не об’єкті |
| Вихідна величина | g – комплексна амплітуда в зображенні | - інтенсивність в зображення |
| Передавальна функція | H – функція комплексного пропускання зіниці | - функція автокореляції зіниці |
| Імпульсний відгук | h – картина дифракції на зіниці по амплітуді. | - картина дифракції на зіниці по інтенсивності |

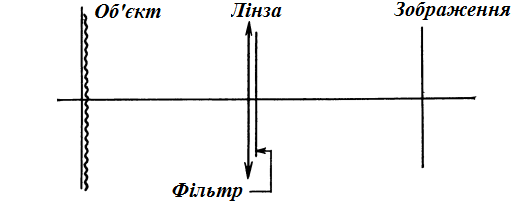


Рис. 54. Схема системи просторової фільтрації у некогерентному світлі в якій є реальний фільтр у вигляді транстпорта, що поміщується у площині зіниці лінзи.

Комплексне пропускання зіниці системи просторової фільтрації - функція зіниці або зміниться.

Якщо немає фільтра, то це є сама зіниця оптичної системи.

-Наслідки

При переході від когерентної оптики до некогерентної можливості оптичних методів обробки інформації:

* звужується коло можливості сигналів для обробки, оскільки сигнали повинні бути дійсними та додатніми;
* звужується коло фільтри оскільки вони повинні задовольняти умові (7.1) та (7.3).

Суттєвим обмеженням є друге.

Перше обмеження послаблюється як наслідок:

1. всі зображення, які обробляються (за виключенням тих, що є в мікроскопі), як правило, містять всю інформацію у вигляді зміни прозорості за інтенсивністю;
2. фазова модуляція, яка має місце, є паразитичною, вводиться як наслідок поганої якості параметрів оптичних елементів: стану поверхні емульсії, однорідності скла, підкладки і т.п.;
3. при когерентній фільтрації немає інформації про фази, що є у вихідній величині.

Інформація зникає, коли зображення на виході спостерігаються оком або детектором (усереднення).

Основний недолік некогерентної фільтрації:

- додатність імпульсного відгуку системи просторової фільтрація;

- зникає перевага когерентної фільтрації доступа до частотної площини, де розташовується просторові фільтри та використання цієї площини, як площини зображення.

Задня фокальна площина є частотною площиною, виникає питання, що зміниться при використанні абсолютного некогерентного джерела (що утворюється точковими джерелами, фази яких не корельовані, тобто мають мікроскопічно малий радіус кореляції). Якщо знехтувати дифракцією на ділянці об'єкт-лінза, то можна кожна точка джерела створює у фокальній площині лінзи однорідний розподіл інтенсивності. Тоді і сума інтенсивності – однорідна.

Просторова фільтрація при некогерентному опроміненні проходить по-іншому, аніж для когерентного:

При когерентному опроміненні байдуже, як характеризується просторова фільтрація імпульсним відгуком або передавальної функцією, далі можна фізично реалізувати необхідну передавальну характеристику фільтра на матеріалі, то тут немає вибору.

Спочатку додається імпульсний відгуки некогерентної системи фільтрації, що задовольняє (7.1), а далі розраховують відповідну передавальну функцію, але це не є тою передавальну функцію, яка буде реалізована у вигляді транспоранта. Це є зіниця оптичної системи, який, згідно з (7.3) відповідає необхідна передавальна функція.

У випадку некогерентного опромінення імпульсом відгук системи фільтрації синтезується опосередковано.

Основний висновок:

“всі операції по обробці інформації, що виконуються у когерентному світлі, можуть бути виконані і для некогерентного опромінення”.

Перехід від когерентного оптичних методів обробки інформації до некогерентних супроводжуються ускладненням апертури.

* збільшення числа каналів обробки;
* збільшення числа просторових фільтрів;
* використання оптоелектроніки для реалізації певної передавальної функції.

Тому такий перехід є доцільним, якщо він зумовлює покращення якості обробки або розширення області використання.

**Області використання некогерентної просторової фільтрації**

А. Природні (чисті) зіниці.

Розглянемо зіниці, що описується дійсними однорідними функціями, до яких відносять діафрагми і різні маски, що дозволяють виконувати всі операції просторової фільтрації у випадку когерентного опромінення.

Передавальна функцію даних зіниць при некогерентному опроміненні описується виразом:

Оскільки функція зіниці – однополярна, то виконується нерівність:

при всіх та .

Некогерентна система просторової фільтрації - фільтр низьких частот. Тобто тут немає можливості здійснити операцію, що підвищують контраст зображення або його диференціювання, тобто здійснити смугову фільтрації просторових частот, оскільки фільтр низьких частот – згладжуючі фільтри.

Як знайти функцію зіниці, що дозволила би виконати операцію просторової фільтрації?

1. Якщо є відомою дійсна та однополярна функція що задовольняє (7.3), то це не значить, що існує функцію що задовільняє (7.1).

Необхідно, щоби Фур'є-образ функції був дійсним та додатнім.

2. Якщо навіть задовільняє (7.1), то не існує загального методу переходу від до

Тобто,

а) рівняння (7.3) не має явного розвитку відносно

б) рівняння (7.1) дозволяє відзначити , але без фазово множника, не відомо, як вибрати фазу, щоби функція була достатньою.

Властивість некогерентної просторової фільтрації:

- Якщо замінити функцію зіниці тобто здійснити перетворення то функція автокореляції лишиться незмінною. Отже положення фільтра в площині зіниці немає значення.

У цьому є перевагами некогерентної фільтрації, оскільки є для когерентної оптичної системи просторової фільтрації, фільтр необхідно встановлювати з дуже високою точністю.

Ця властивість використовується для синтезу мультиплексних (багатоканальних) просторових фільтрів.

Б. Двозінична некогерентна просторова фільтрація

Нехай необхідний просторовий фільтр з дійсним, симетричним, але двополярним імпульсним відгуком .

Такий фільтр не можна організувати, використовуючи одну зіницю. Представимо у вигляді суми додатньої та від'ємної частини

.

Тут обидві функції та додатні і симетричні. Усі відповідають фізично реалізує функції зіниці та тобто для кожної з них можна “обратити” співвідношення (7.1) або (7.3). Нехай це здійснюється інтеграційними методами. Тоді загальний розв'язок являє собою різницю двох часткових розв'язків:

-

Тобто маємо 2 ідентичні оптичні системи, одна з яких має функцію зіниці а друга з наступним відніманням -.

Складним моментом є те, що даний метод некогерентної просторової фільтрації, що реалізується за допомогою двох зіниць є операція віднімання проміжних зображень.

Некогерентні методи не використовують для віднімання.

Використовуються наступні:

1. реєстрація зображення фотоприймачем з наступним електронним відніманням;

2. модуляція зображення за допомогою граток, зсунутих по фазі на 90°, з наступною високочастотної фільтрацією;

3. модуляція зображення за допомогою мікроскопічних росіювачів;

4. голографічне віднімання зображення у конкурентному світлі;

5. використання двохпроменезаломлюючих матеріалів і поляризованого світла’

6. використання просторово-частотних модуляторів світла з оптичним записом.

Даний підхід двозіничної некогерентної фільтрації може бути використаний для синтезу більш складних зіничних функцій, що охоплюють всі типи просторової фільтрації.