**Лекція 16**

Характер спотворення функції аналогічний. Функція виконує роль імпульсної характеристики деякого фільтра.

Частотна характеристика фільтра збігається з функцією де u – просторова частота.

Таким чином, частотна характеристика фільтра, що формує зображення, за формулою збігається з функцією , що відрізняються лише масштабом.

Зі збільшенням z або зменшенням k (збільшення довжини хвилі), масштаб стискається - відбувається звернення частотної характеристики фільтра при збережені форми.

Всередині прямокутника, що здається апертурою системи, зосереджена та частина просторового спектра оригіналу, що формує вихідний сигнал.

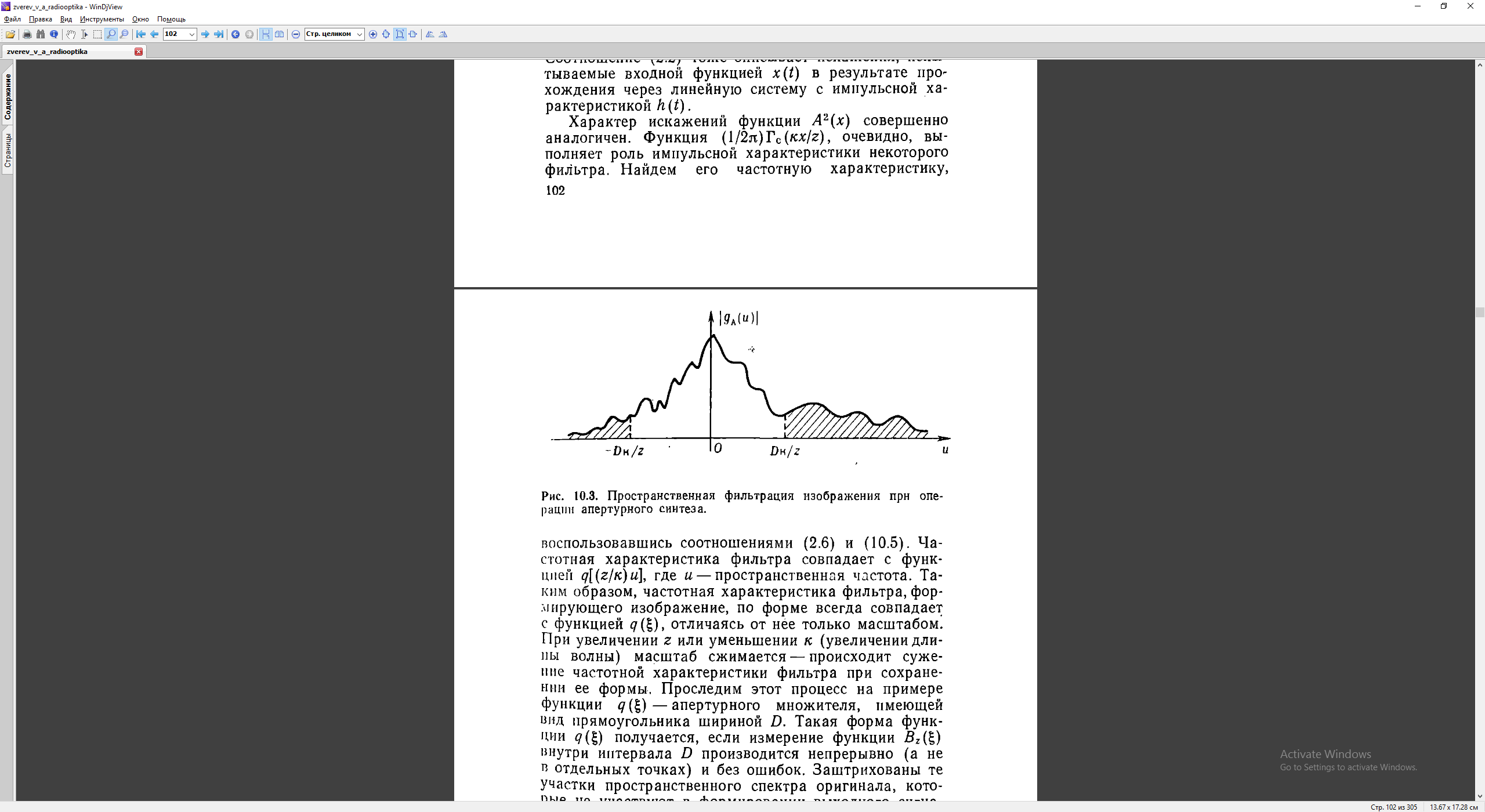


Рис. 43.

У цьому випадку, лінійна система - прямокутний фільтр ширина якого дорівнює просторовий частоті u інтервалу . Стає зрозумілим характер спотворення - зрізування високих просторових частот

Ці спотворення зумовлюють втрату частини інформації.

Втрати є тим більшими, чим ширина спектра досліджуваної функції, а оскільки збільшенням z або x, частотна характеристика звужується, то з ростом зростають втрати інформації.

Знайдемо умову за якої втрати інформації не відбувається.

Для цього необхідно:

1 просторовий спектр функції був би обмежений далекою верхньою просторовою частотою

2 необхідно, щоби розширення фільтра, що викликане зміною масштаба функції q по u, не приводило до такого звуження фільтра, щоби спектр входив за межі області пропускання фільтра.

Схема на рисунку 44.

Таким чином, умова відсутності спотворення при спостереженні записується у вигляді:

(\*)

(10.9)

де - верхня границя спектра ,

- ширина області прозорості фільтра.

З останньої умови видно, що спотворені збільшується з ростом z.

Це відбувається як наслідок звуження області частоти прозорості фільтра.

Остання умова демонструє, визначення тої частини спектра функції , що збережена в зображенні, тобто це спостережуване частина спектру оригінала.

Спектр зображення завжди обмежений і максимальна верхня частота визначається з останньої умови.

Обмеження спектра зображення дозволяє розкладати спектр в ряд Котельникова з відстанню між точками відліку:

Підставляючи цей вираз верхнє значення частоти отримаємо:

(\*’)

Інтервал між точками відліку, що визначається (\*’) відповідає роздільній здатності по критерій Релея.

По цьому інтервалу усереднюється при переводі функції в тобто при спостереженні.

Відношення відповідає куту, для якого спостерігається інтервал між точками відліку функції при спостереженні від відстані z

Це відношення характеризує кутову роздільну здатність:

(10.13)

Чим менше , тим є є меншим усереднення при спостереженні.

- Алгоритми обробки вимірювальних значень кореляційної функції поля

Зображення міфів інформації про просторові частоти оригінала вище деякої частоти (\*’). Це тому, що такої інформації немає у полі, що приймається, тому не можна цю інформацію отримати за допомогою будь-якого алгоритма. Тому оптимальна, інший алгоритм не може бути кращим.

Якщо в межах , то отримується оптимальна обробка. Вона задає мінімальні спотворення спектру оригіналу у доступному діапазоні просторових частот.

Але така оптимізація не завжди може бути використана. Інколи необхідно спектр перетворити, щоб виявити особливості оригіналу.

Це необхідно для виявлення подвійних об'єктів в оригіналі та деяких інших особливостей.

Отримати тільки роздільну здатність можна, якщо в вибрати певним чином ядро .

Однак на форму ядра накладаються обмеження.

Діаграма направленості є функція з обмеженим спектром. Обчислення зв'язані з кінцевістю спектра зумовлює те, що розв'язок інтегрального рівняння – некоректний. Некоректність полягає в тому, що малі зміни зумовлюють суттєві зміни . Тому, для усунення некоректності, значення , покращуються роздільна здатність, виміри повинні бути зроблені з дуже високою точністю.

Чим вище точність виміру значень , тим вища надійність значень

Виміру значень з високою точністю заважають шуми та флуктуації.

З урахуванням шумів можна записати:

Тут - випадкова функція що враховує точність виміру

Тоді знаходження не є розв'язок (10.8), а є як розв’язок статистичної задачі.

Тоді, роздільна здатність системи визначається в залежності від рівня шумів і є статистичним параметром.

При постійному рівні роздільна здатність системи буде тим вища, чим менша за (10.13).

Значенням за (10.13) дозволяє обчислити межеву роздільну здатність системи.

Роздільна здатність за (10.13) реалізується на рівні похибки (або шумів) що на 5-10 лБ є меншими за

**Апертурний синтез при значних апертурах**

Інтервал на якому міряється значення кореляційної функції, носить назву апертури.

Найбільша ширина смуги частот, а отже мінімальне спотворення при спостереженні за допомогою апертурного синтезу отримається при значних апертурах

Однак, раніший огляд відбувається в наближенні, що таке апертура обмежена умовою:

Це дає обмеження на розмір апертури.

Зараз відмовляємося від останньої умови та беремо більше значення

Тоді кореляційна функція вже не буде однорідною.

Запис функції:

(10.14)

Права частина не залежить від координати x.

Це означає, що і ліва частина залежить від x.

Це є важливою та істотною властивістю даного перетворення.

Вимір функції кореляції як функції двох змінних та , від кожної з якої вона залежить, являє важку задачу.

Якщо значення функції вимірюється в точках, то значення функції треба вимірювати в точках, тобто проаналізувати всі значення во всіх комбінаціях. Відмінна властивість (10.14) позбавить від цієї умови і дозволить увести розв'язок задачі про синтез значних апертур до попередньої задачі про синтез малих апертур.

Введемо нову функцію :

(10.15)

Функція (вона не залежить від за 10.14), можна як и вважати відомою з експерименту.

Дійсно, якщо відомі значення , то відомі значення та за якими вони отримані, тобто можна враховувати використовуючи (10.15).

Ми знаємо, що для довільних , отримаємо співпадаючі результати. Тому для обрахунку можна взяти результати виміру для одного (довільного) значення та всіх .

Запишемо в (10.14), змінивши позначення згідно з (10.15):

Рівняння аналогічно (9.7) (лекція 15).

Розвиток отримуємо у вигляді (10.18) або (10.9).

Відмінності є в алгоритмі обробки експериментальних даних, що виглядає:

(10.17)

Тут - будь які значення з інтервалу, де відбувається вимір залежності від ξ.

Величина інтервала спостереження не обмежена умовою , можна буде більшою і навіть набагато більшою . Міняється лише формула, за допомогою якої обробляється зображення.

Для отримання результата , необхідно використовувати (10.17). Сюди входить z, тобто z треба знати. Оцінимо значення з якою треба знати .

Цю умову можна позначити, виходячи з малих фазових змін експоненти (10.17) на інтервалі інтегрування D (або на величині апертури):

Тобто при , координату z треба знати з високою відносною точністю.

(10.18)

Розглянемо характеристики спотворень спостерігаємого сигналу, якщо є інформація про величину z та ведемо обробку функції не за (10.17), а (10.6).

Тоді:

У виразі (10.17) u відіграє роль , - роль а частотна характеристика:

(10.19)

Фільтр з характеристикою типу (10.19) враховує інформацію про величину z та не задає зв'язаних з цим спотворень.

Обробка за формулою (10.6) враховує інформацію про величину z та не задає зв'язаних з цим спотворення.

Обробка за (10.6) відрізняється виглядом еквівалентної частотної характеристики - не містить множника

Тобто, сигнал, після проходження першого фільтра з характеристикою вигляду (10.19), далі йде через фільтр, який має частотну характеристику вигляду:

(10.20)

Послідовність включення двох фільтрів з частотними характеристиками то (рис.) зумовлює обробку сигналу за (10.6). Спотворення, що зумовлені зміною з точно відмін значенням z за формулою (10.17) обробкою за формулою (10.6) обумовлені дією фільтра з частотною характеристикою за (10.20).

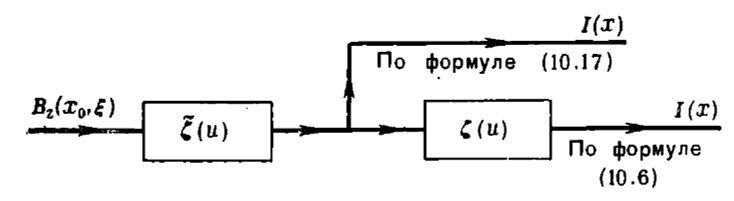


Рис. 44. Схема різних алгоритмів операції апертурного синтезу для значної апертури

Але ця частотна характеристика збігається з частотною характеристикою вільного простору вигляду (3.15)

Тоді стає зрозумілим характер спотворення:

Спотворення, що вносяться фільтрами з частотною характеристикою вигляду (10.20) або (3.18) зводяться до дисперсії просторових компонент.

Такий фільтр не обмежує ширини просторового спектра. а замовляє перерозподіл в просторі інтенсивностей в спостережувані картині.

Нехай початкова картина розподілу містять дуже вузьке в напрямку координат x джерело, що оточено темним полем.

Дисперсія зумовлює перерозподілу інтенсивності, з збільшенням тривалості спостережуваного сигналу, зменшення інтенсивності. Можна підібрати таке z (рис. 45) при якому ширина функції буде найменшою, а інтенсивність найбільшою.

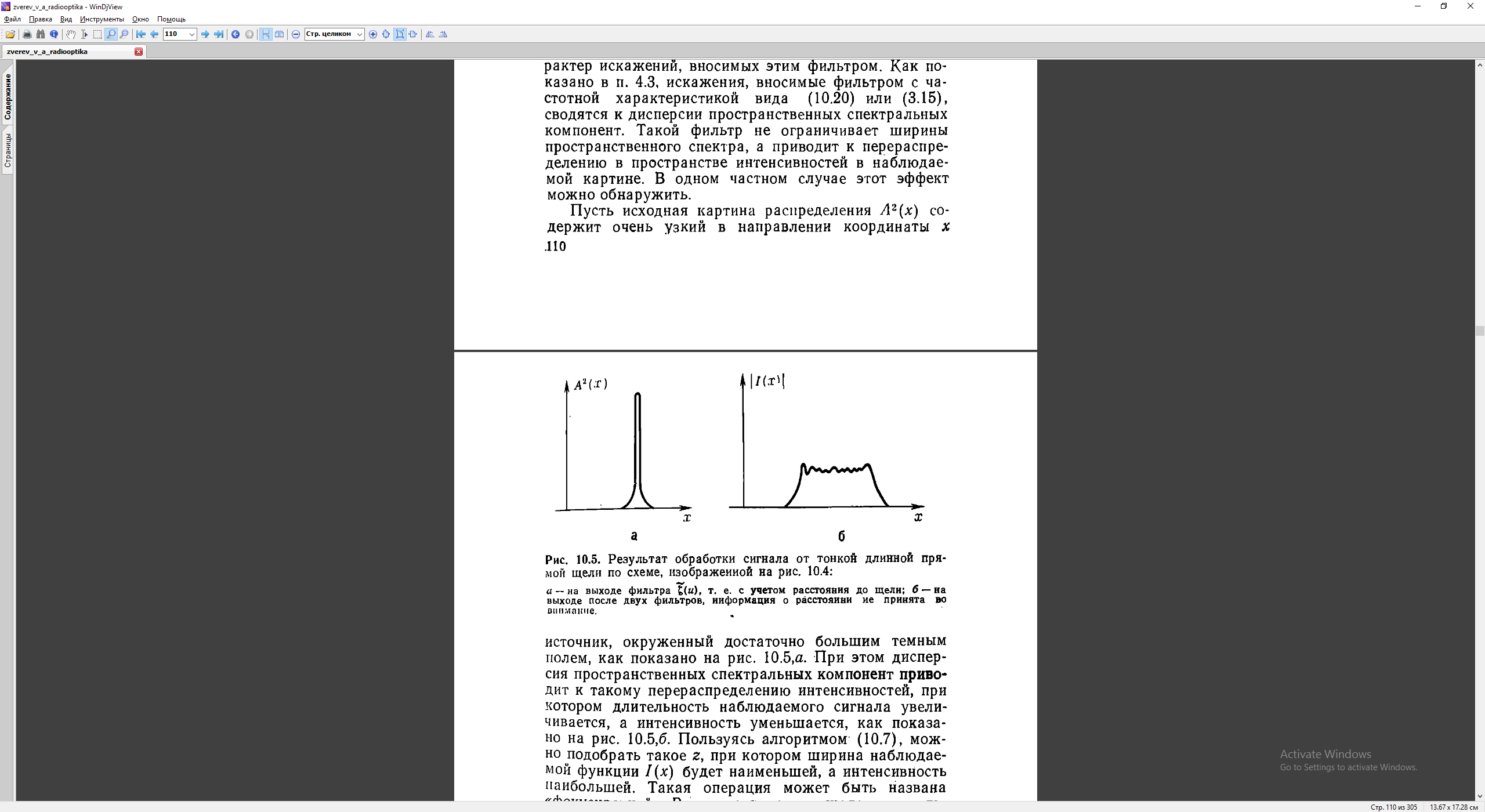


Рис. 45.

Така операція – “фокусування”.

Величина z тут буде відповідати справжньому значення z (з точністю 10.18), якщо вихідний розподіл має вигляд короткого усередненого імпульсу (а).

Сукупність значень функції зі змінною ξ несе інформацію не лише о функції але й про відстань z, якщо має вигляд