**Лекція 17**

**Зірковий інтерферометр**

Майкельсоном було запропоновано спосіб виміру кутових діаметрів далеких зірок, що оснований на використанні зіркового інтерферометр Майкельсона.

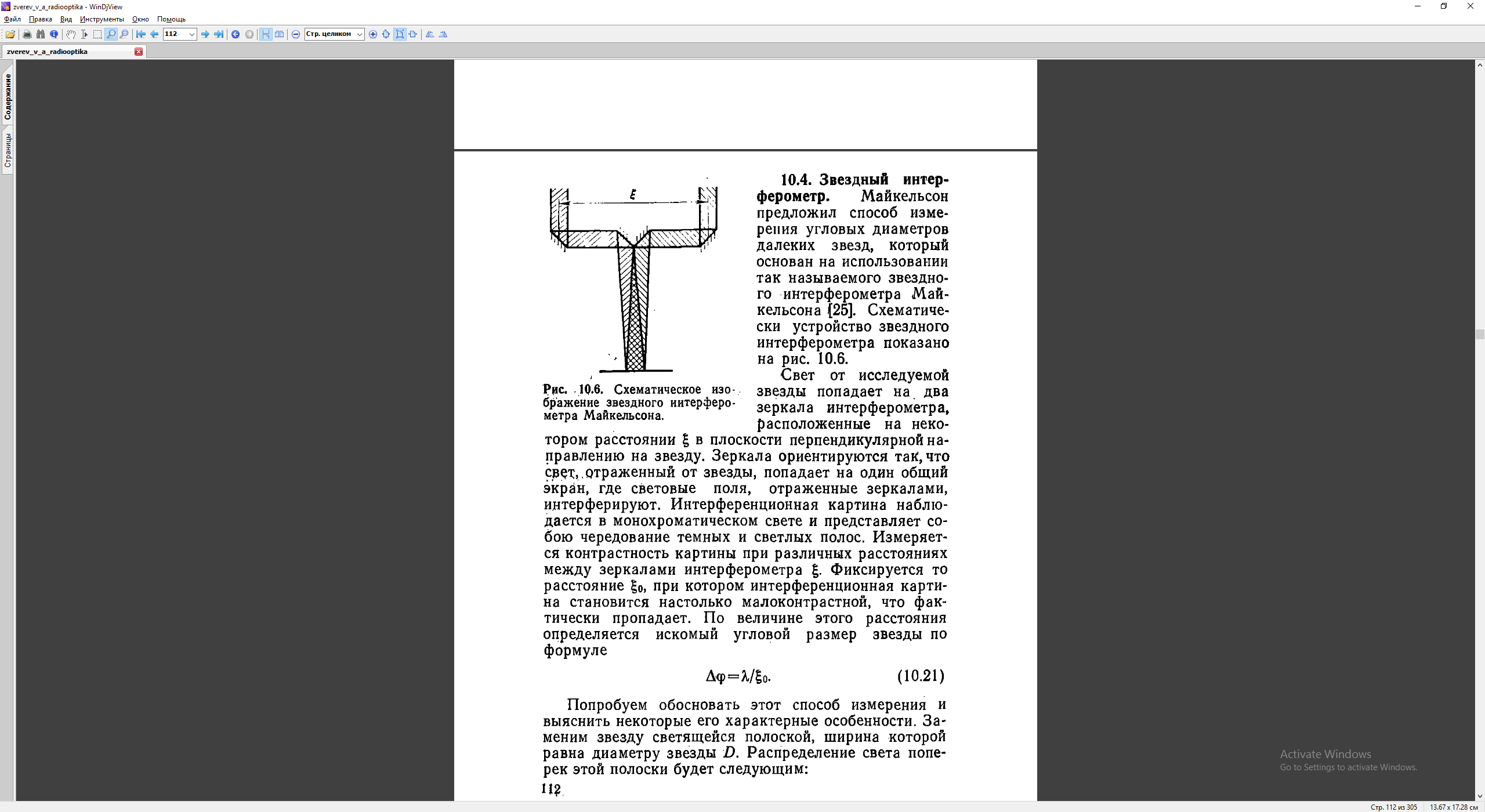


Рис. 46.

Світло від зірки потрапляє на 2 дзеркала інтерферометра, що розташовані на відстані в площині перпендикулярній напрямку на зірку.

Дзеркала розташовані так, щоби світло відбите від зірки, попала на 1 спільний екран, де світлові поля, відбиті дзеркалами інтерферують. Інтерференційна картина спостерігається у монохроматичному світлі та являє собою чергування темних і світлих смуг. Вимірюється контрастність картини при різних відстань між дзеркалами інтерферометра . Фіксується та відстань для якої інтерференційна картина стає малоконтрастною, що фактично пропадає.

За величиною цієї відстані визначається шуканий кутовий розмір зірки за формулою:

Замінимо зірку деяких змугою, що світиться, ширина якої дорівнює діаметру зірки .

Розподіл світла перпендикулярно цієї смуги буде наступним:

(10.22)

Світло від кожної точки зірки – некорельований, тому функція кореляції поля на поверхні зірки смуги, що описується за співвідношенням:

Для розміру D зірки також виконується умова дальньої зони:

Отже визначення кутового розміру зірки можливо засобами геометричної оптики.

Тому функція кореляції комплексних амплітуд описується співвідношенні (9.7).

Підставляючи в нього (10.22), то інтегруючи, отримаємо:

Інтерференційна картина спостерігається на екрані, що віддалений на відстані від площини розташування зеркал інтерферометра.

Знайдемо розподіл інтенсивності світла на площині, де сходяться та інтегрують промені, відбиті від дзеркал інтерферометри.

Шуканий розподіл інтенсивності являє собою значення кореляційної функції поля при Тому при розв'язок задачі, можна використовувати формули перетворення кореляційної функції.

Для пояснення перетворення, що робить інтерферометр Майкельсона змінимо принципіальна схема.

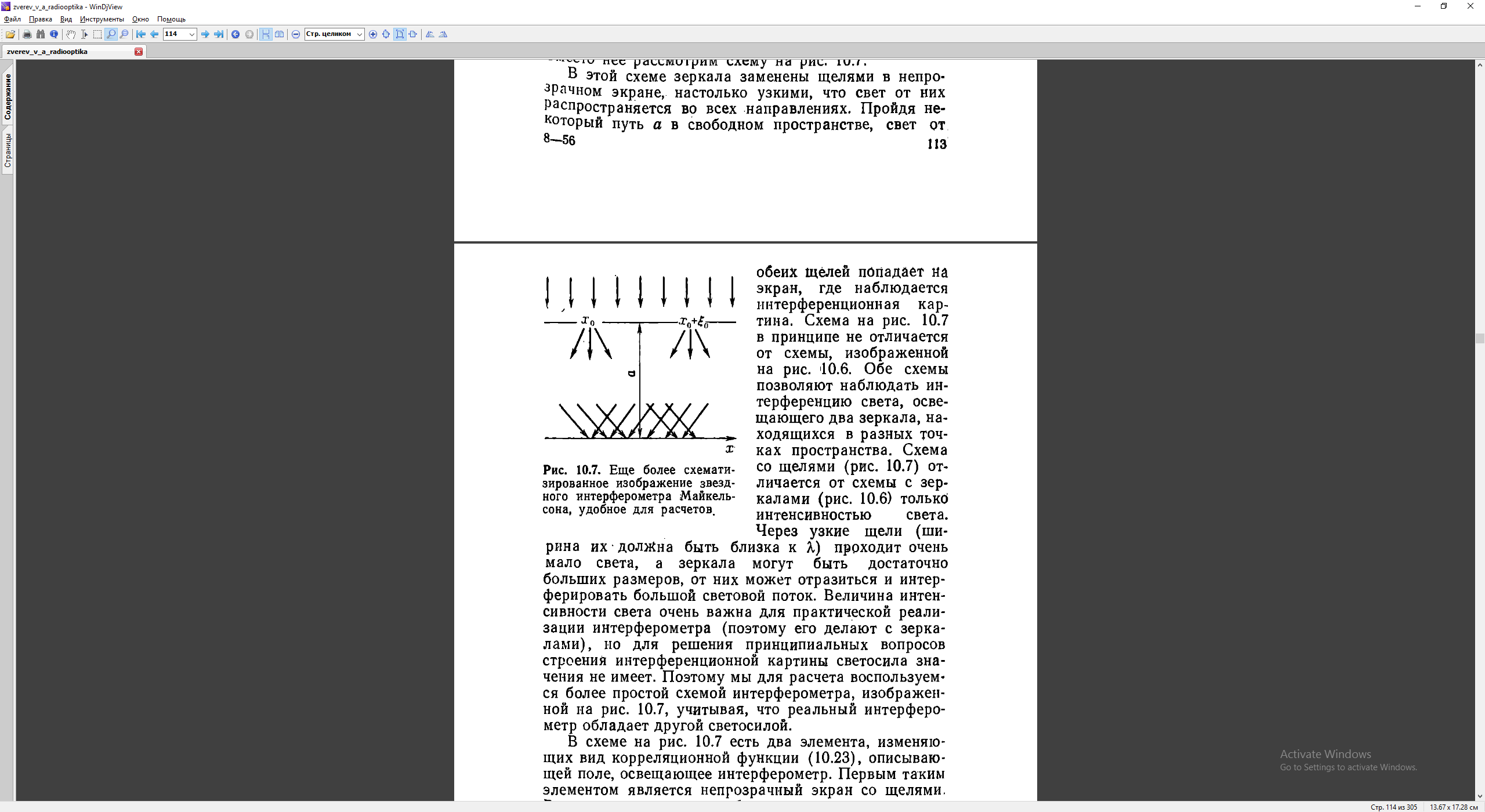


Рис. 47.

Тут дзеркала замінені щілинами у непрозорому екрані достатньо вузькими, що світло поширюється у різних напрямках.

Пісня шляху у вільному просторі, світло від обидвох щілин потрапляє на екран, де спостерігається інтерференційна картина.

Обидві схеми дозволяють спостерігати інтерференцію світла, що опромінення 2 дзеркал, які знаходяться в різних точках простору.

Схеми відрізняються лише інтенсивністю.

Через вузькі щілини (ширина є більшої до проходить мало світла, дзеркала можуть бути достатньо значних розмірів, від них відбувається більше світловий потік.

Для аналізу використовуємо тільки просту схему.

В останній схемі є 2 елемента, які міняються вигляд кореляційної функції, що описує поле, яке опромінює інтерферометр.

Перший елемент - непрозорий екран з щілинами.

Другий елемент - вільний простір довжиною

Розглянемо перетворення кореляційної функції непрозорим екраном з двома вузькими щілинами.

Перетворення комплексних амплітуд поля

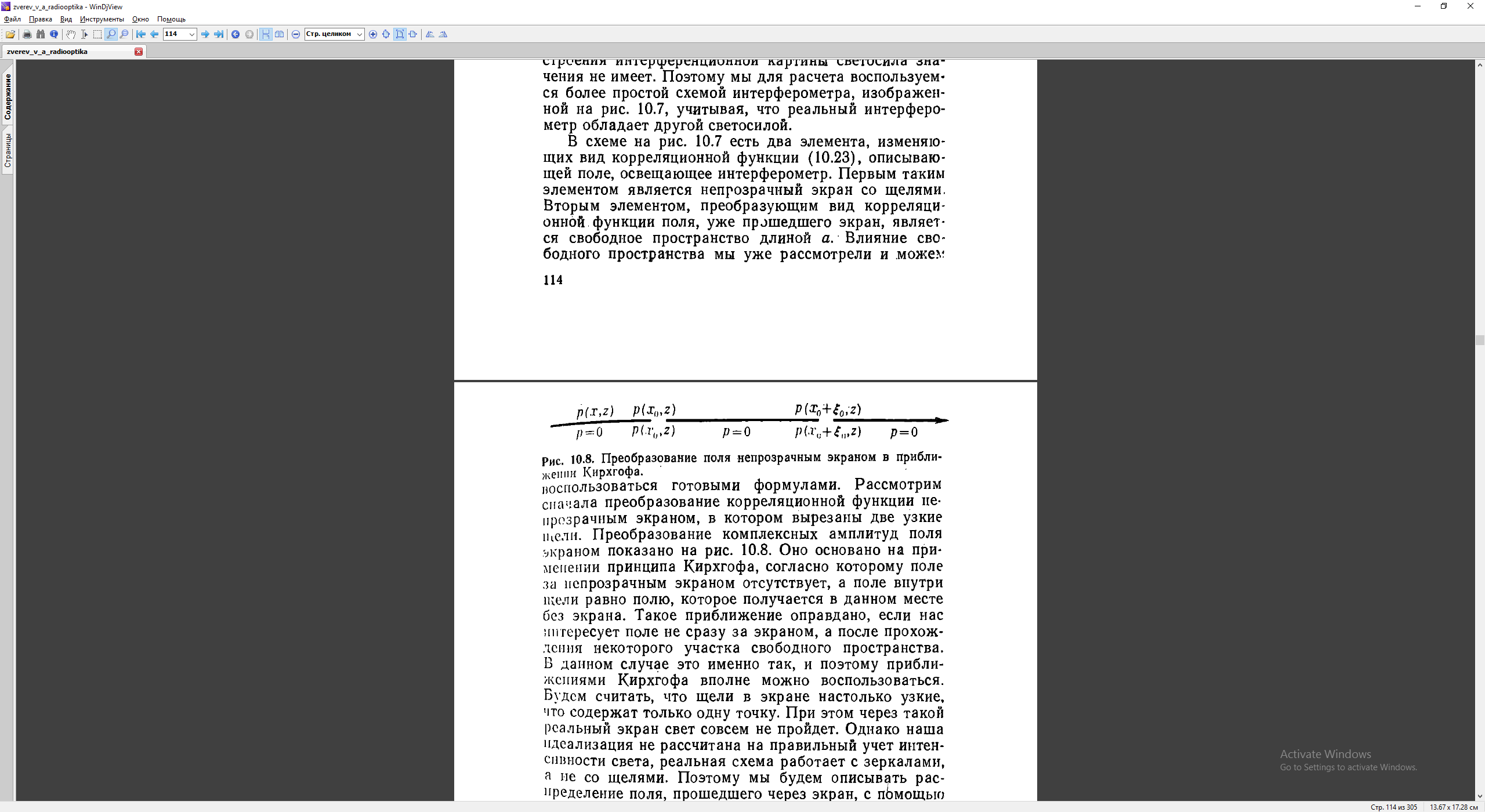


Рис. 48.

Вона базується на використанні принципу Кіргофа, згідно з яким, поле за непрозорими екраном відсутнє, а поле всередині щілини дорівнює 0, що получається у даному місці без екрану.

Це вірно, якщо цікавить поле не зразу з екраном, а після проходження деякої ділянки вільного простору. Це вірно, оскільки перетворення Кірхгофа завжди можна користуватись. Будемо вважати, що щілина на екрані доволі вузька, що містить 1 точку. Через такий реальний екран світло не пройдет. Однак ідеалізація не розраховане на правильне врахування інтенсивності світла, реальна схема працює з дзеркалами, а не з щілинами.

Тому розподіл поля, що пройде через екран, описується функцією. При цьому можна вважати щілини зовсім точковими, і тим самим спростити розрахунки.

Якщо координати однієї щілини а другої , де - відстань між щілинами, то поле за щілиною представляються як:

(10.24)

Тут - комплексна амплітуда за площиною екрану, - комплексна амплітуда поля, що падає на екран.

Кореляційна функція поля, яка пройшло через екран за формулою:

(7.1)

тобто

(10.25)

Підставляючи (10.25) у (10.24), враховуючи, що

кореляційна функція поля перед екраном, отримаємо:

(10.27)

}

Кореляційна функція поля, перетворюється екраном з щілиною, стає неоднорідною, тобто залежить від обидвох змінних та .

Це співвідношення розв'язують першу частину задачі.

У другій частині необхідно врахувати вплив вільного простору довжиною Для розв’язку використовується вираз (9.3):

Необхідно визначити розподіл лише на екрані, тоді:

(10.28)

Підставляючи (10.28) у (10.27) та провівши інтегрування, вважаючи до - дійсна, отримаємо:

При , залежність інтенсивності від , зображено на рисунку 49.

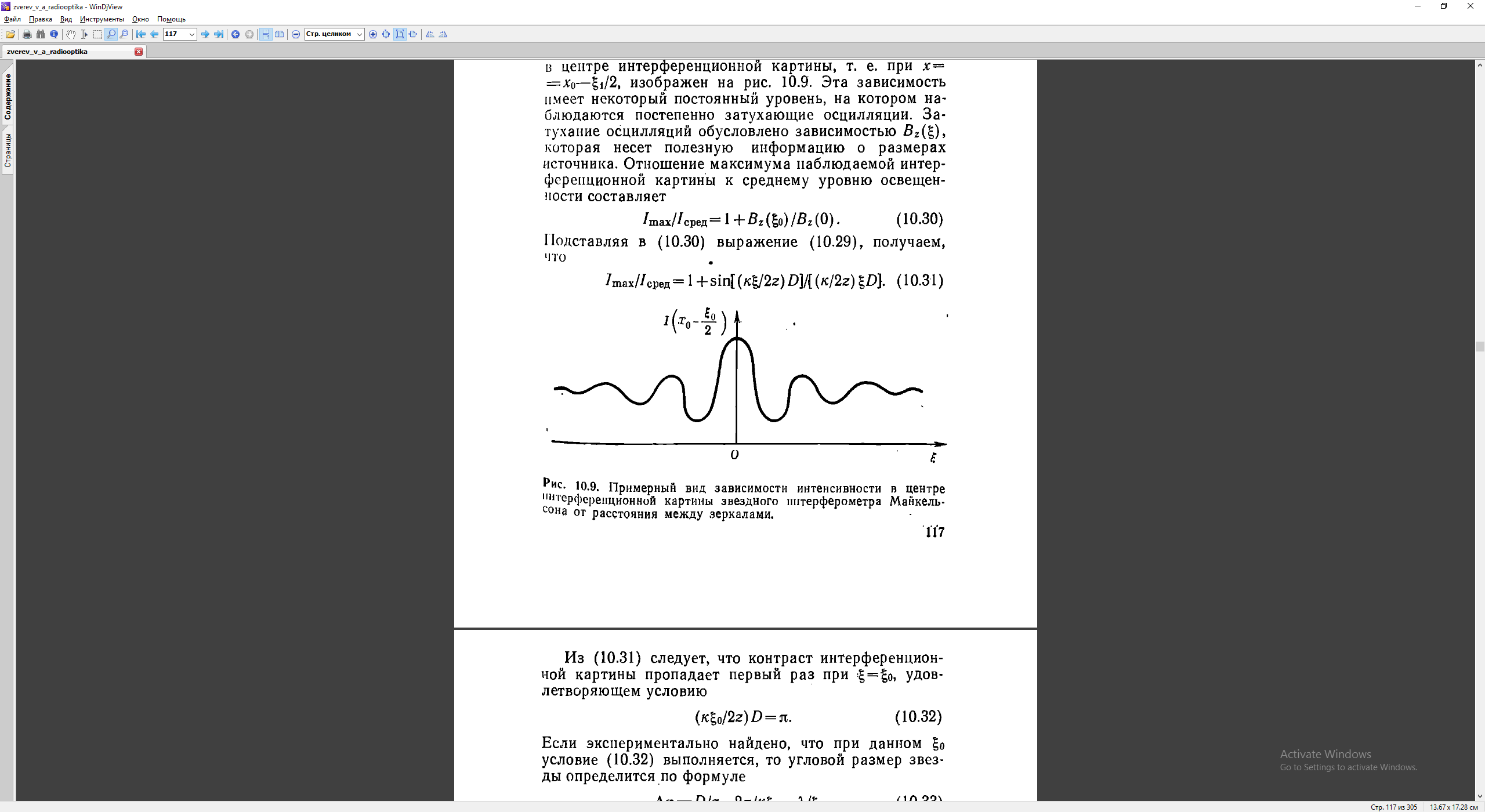


Рис. 49.

Ця залежність має деякий постійний рівень, на якому спостерігається постійно затухаюча осциляції.

Затухання осциляції обумовлено залежністю , що несе інформацію про розмір джерела.

Відношення максимуму спостережуваної інтерференційної картини до середини рівна опромінення складає:

Підставляючи (10.30) у (10.28) отримаємо, що

(10.31)

(10.30)

З останнього виразу випливає, що контраст інтерференційної картини пропаде вперше при що задовольняє рівняння:

Якщо при даному остання умова виконується, то кутовий розмір зірки визначається за формулою:

Саме це співвідношення дозволяє довести спосіб виміру за Майкельсоном.

**Особливості апертурного синтезу**

- Вимір комплексної кореляційної функції

Вимір комплексної кореляційної функції дозволяє отримати інформацію про вигляд функції і навіть інформація про величину

Як можна виміряти кореляційну функцію комплексних амплітуд у випадку дійсних полів?

Розглянемо зв'язок функції кореляції дійсних полів та комплексних амплітуд.

Нехай - дійсне поле:

(\*)

де - комплексна амплітуда.

Функція кореляції дійсних полів запишемо з вигляді:

(\*\*) (11.2)

Підставляючи (\*) у (\*\*), отримаємо зв’язок

(11.3)

Від чого залежить лиш перших 2 члени цього виразу.

Усереднюємо його по часу При усередні перші 2 члени цього виразу малими порівняно з двома останніми й ними можна знехтувати.

Отже отримуємо:

Цей вираз дає зв’язок кореляційної функції, тоді:

(11.5)

де - функція кореляцій комплексних амплітуд (за 7.1). Таким чином, вимірюючи кореляційну функцію здійснив полів, можна визначити дійсну частину комплексного кореляційної функції.

Далі, знаходження уявною частиною комплексної кореляційної функції.

Запишемо (11.5) для кореляційної функції реальних полів, в одного з яких фаза повернута нас :

(11.6)

Замінюючи в (11.2), (11.3) одне з полів виразом (11.6), отримаємо:

Отже: 1. визначається середня за час кореляційної функції реальних полів (11.2) і 2 функція , що отримується якщо в (11.2) замінити фазу 1 з полів на , тобто одне з полів замінюється (11.6).

Тоді, шукана кореляційна функція:

Але такий спосіб не завжди можливий та зручний, особливо в отриманому діапазоні, оскільки неможна получити сигнал початкового поля у вигляді електричних коливань:

* чи не можна обмежити 1 додатком?
* які при цьому можливі помилки?