

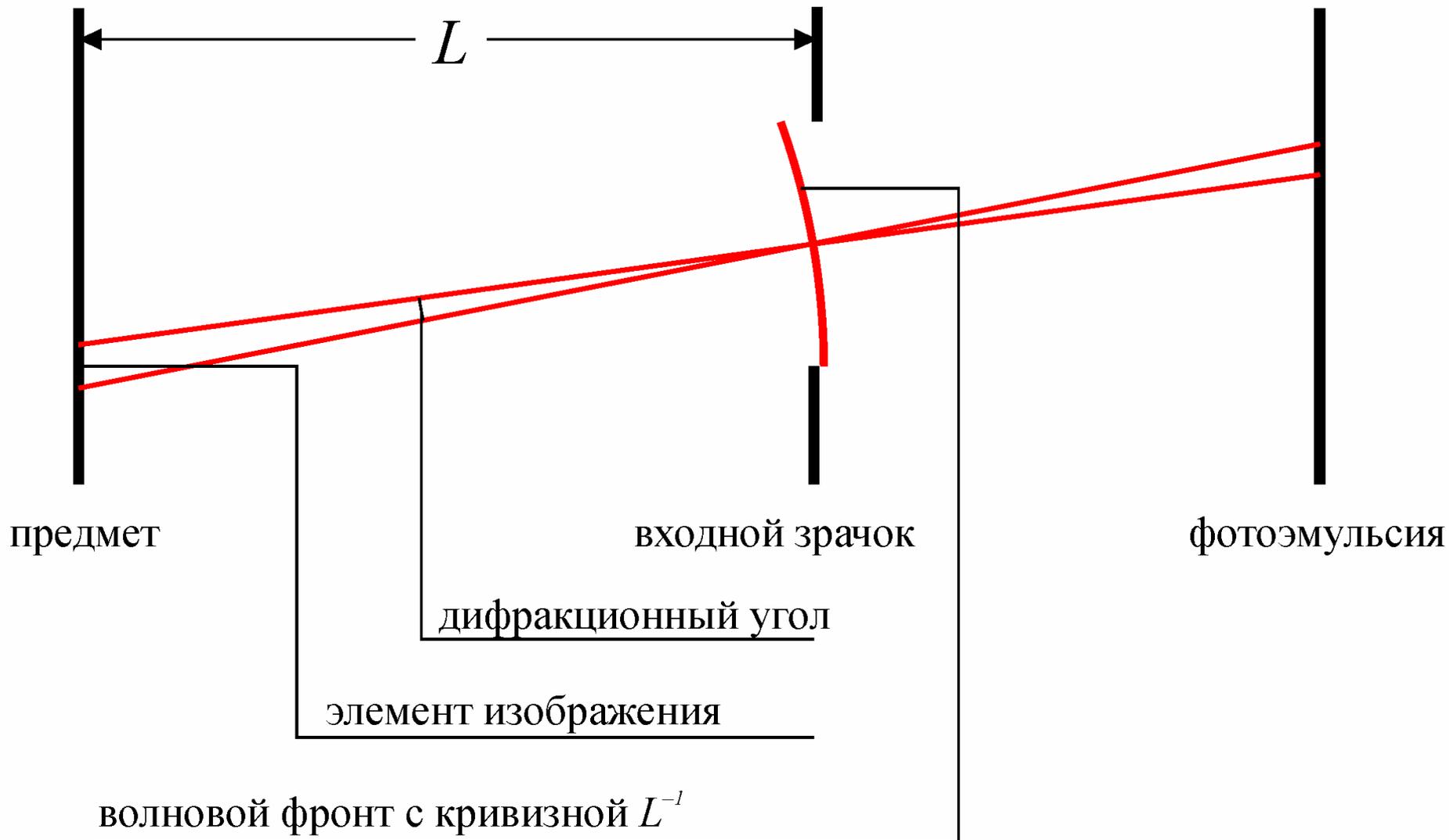


О.Н. Крохин

Голография на модулирующей волне

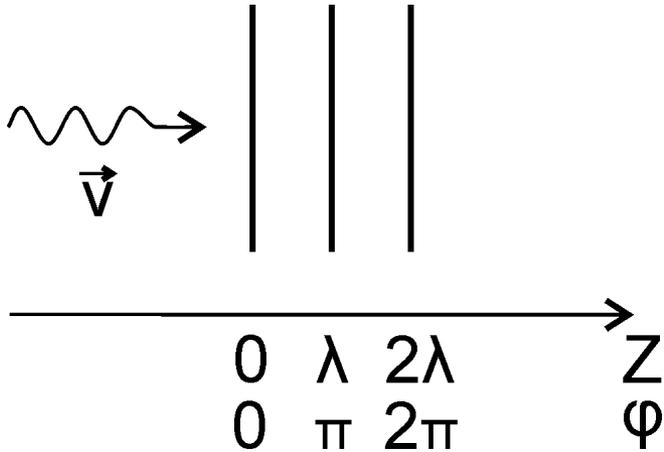
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва 2007 г.

Интерференционный метод построения изображения

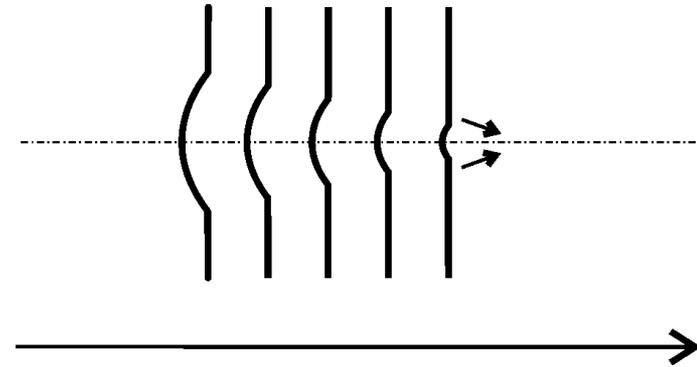


Если амплитуду пространственно-когерентного излучения промодулировать монохроматически, то голограмма в стандартной схеме, получаемая при использовании такого излучения, будет содержать интерференционную картину от «несущей» волны, на которую будет наложена интерференция на модулирующей частоте. Соответственно, при восстановлении изображения можно использовать поле на модулирующей частоте. Эта задача имеет смысл при сильно разнесенных частотах – несущей и модулирующей, поскольку в этом случае характер взаимодействия электромагнитных волн с объектом («оптические» свойства среды) будет существенно различным. Пример: оптическое (модулирующее) и рентгеновское (несущее) излучение. Здесь возникает также и другой вопрос – а может быть, возможно построить схему с некогерентной широкополосной несущей волной?

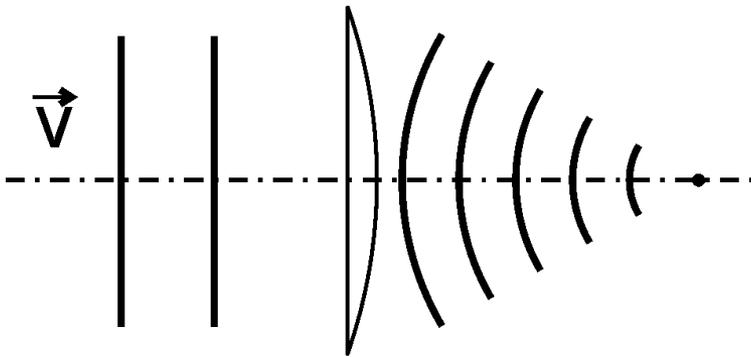
Часть I



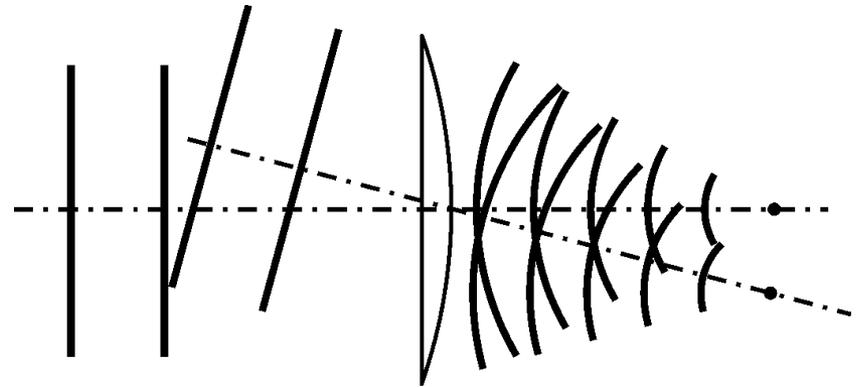
Плоская волна: плоская фазовая поверхность, постоянная амплитуда



Искажённая фазовая поверхность. Здесь происходит фокусировка



Изображение удалённой точки



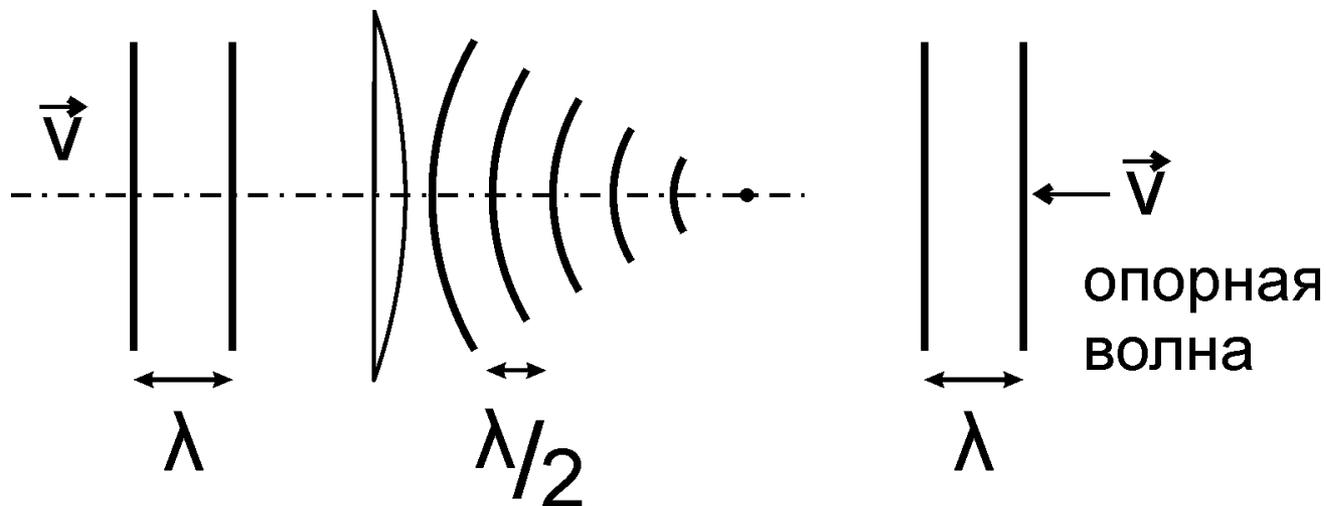
Изображение двух удалённых точек

Вопрос: определяется ли изображение в фокальной плоскости структурой поля в любой плоскости за линзой?

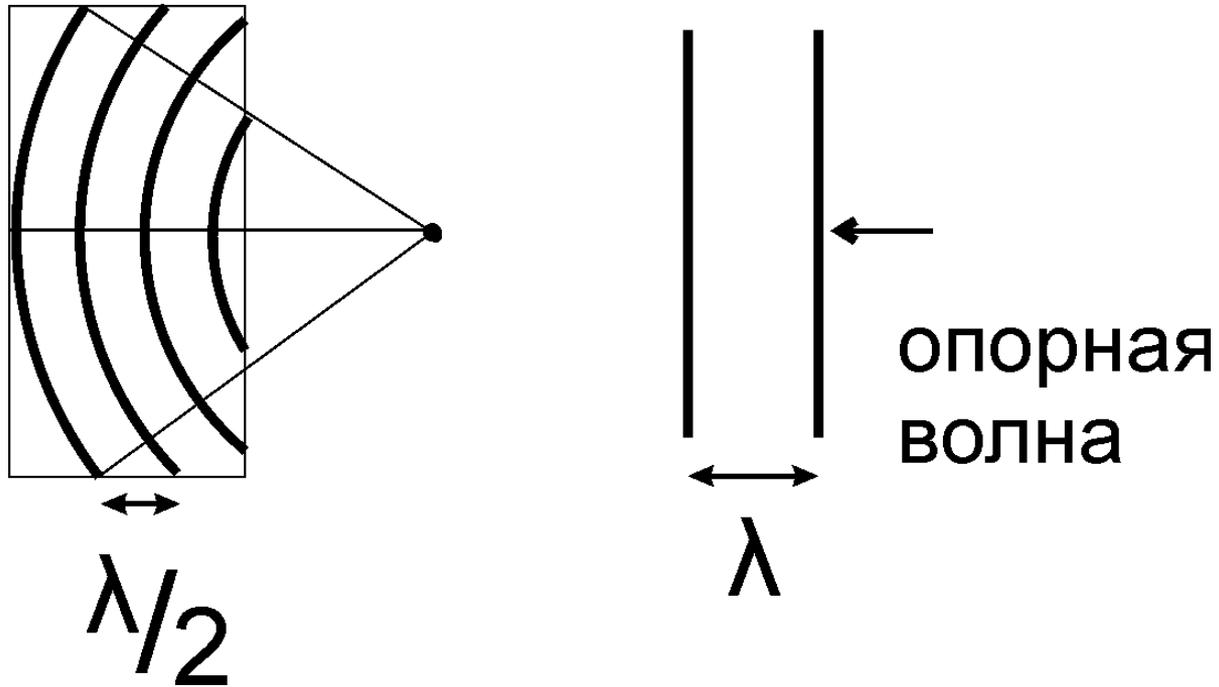
Ответ: да!

Практический вопрос: можно ли эту структуру записать?

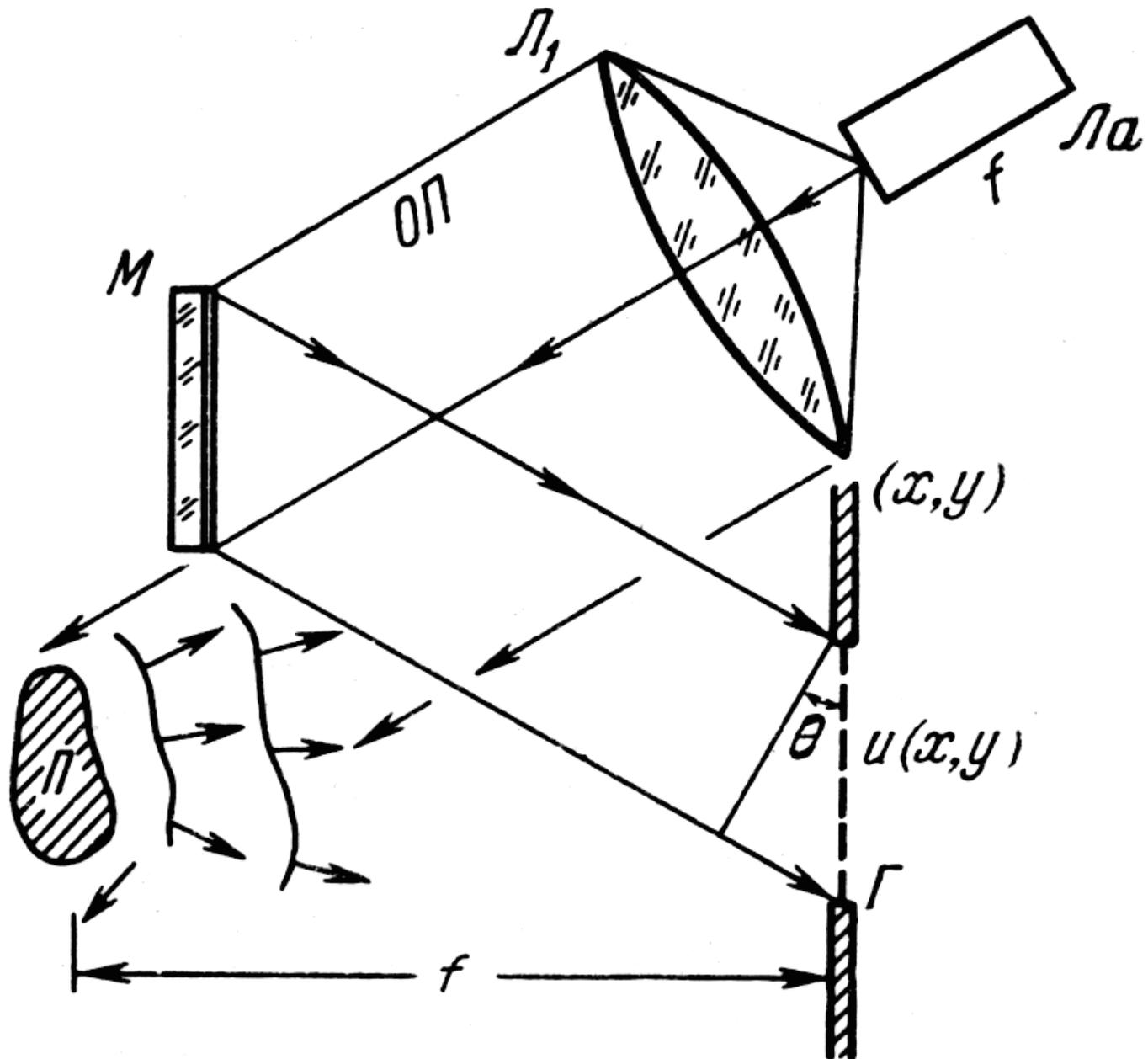
Ответ: да! Надо «остановить» волну и поместить светочувствительную эмульсию за линзой.



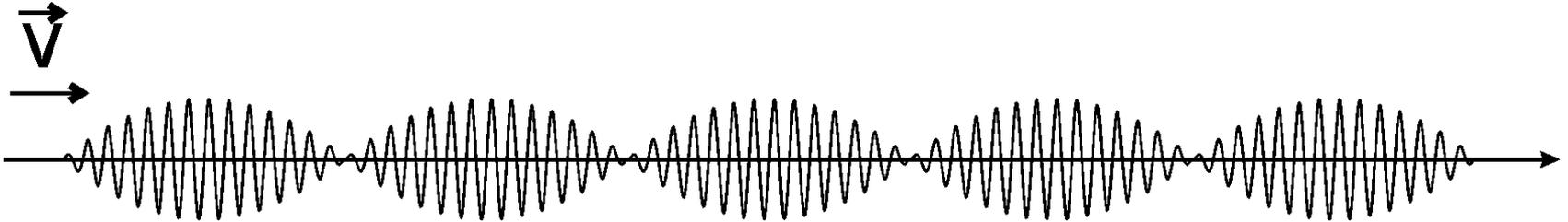
Принцип голографии



Восстановление изображения



Можно ли построить схему голографии по принципу:
запись на одной длине волны,
воспроизведение на существенно
другой (модулирующей)?



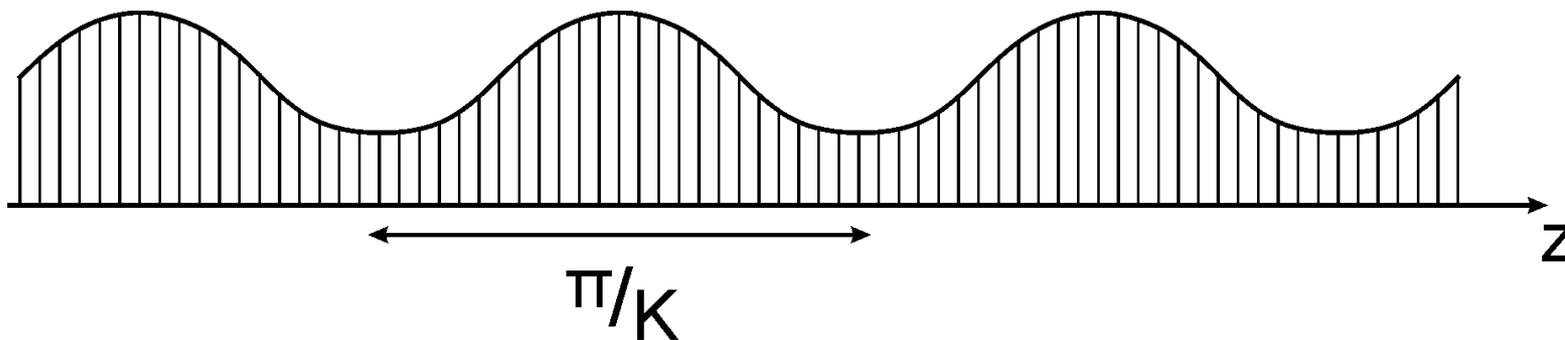
$$\begin{aligned} u &= a \cos(\Omega t - Kz) \cos(\omega_0 t - k_0 z) \\ &= 1/2 [\cos(\omega_2 t - k_2 z) + \cos(\omega_1 t - k_1 z)] \\ \omega_2 &= \omega_0 + \Omega; \quad \omega_1 = \omega_0 - \Omega \end{aligned}$$

Стоячая волна в простейшем случае плоских волн,
движущихся навстречу друг другу

$$\begin{aligned}u_+ + u_- &= a \cos(\Omega t - Kz) \cos(\omega_0 t - k_0 z) + \\ &+ \cos(\Omega t + Kz) \cos(\omega_0 t + k_0 z) = \\ &= 2a \cos \omega_1 t \cos k_1 z + 2a \cos \omega_2 t \cos k_2 z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(u_+ + u_-)^2 &= 4a^2(\cos^2 \omega_1 t \cos^2 k_1 z + \cos^2 \omega_2 t \cos^2 k_2 z + \\ &2 \cos \omega_1 t \cos \omega_2 t \cos k_1 z \cos k_2 z)\end{aligned}$$

Картина стоячей модулированной волны в квадратичном детекторе



На этой структуре должно происходить отражение (дифракция, интерференция) опорной волны на частоте Ω – восстановление изображения

Часть II

Можно ли использовать в качестве несущей волны некогерентное широкополосное излучение?

Если промодулировать интенсивность сигнальной волны синусоидальным сигналом, т.е. принять, что

$$I = I_0 + a \cos (\Omega t - Kz),$$

то в случае квадратичного по интенсивности детектора проблема сводится к предыдущей, стандартной схеме

Восстановление может быть реализовано опорной волной на частоте Ω . Частота несущего (сигнального) излучения значения не имеет. Это может быть УФ, мягкое или жёсткое рентгеновское излучение.

Такая схема даёт возможность получать голограмму на оптической частоте Ω при облучении объекта, например, излучением более жёсткого диапазона.

Что мы будем видеть при восстановлении?

Абсолютно то же, что было показано на рис. 3.

Необходимо, чтобы точки объекта давали достаточный угол рассеяния, тогда в плоскости голограммы будет зарегистрирован амплитудно-фазовый «портрет» для волны на частоте Ω .

В качестве квадратичного детектора может по видимому использоваться фотоэмульсия с коэффициентом пропускания $T \sim I^2$.