

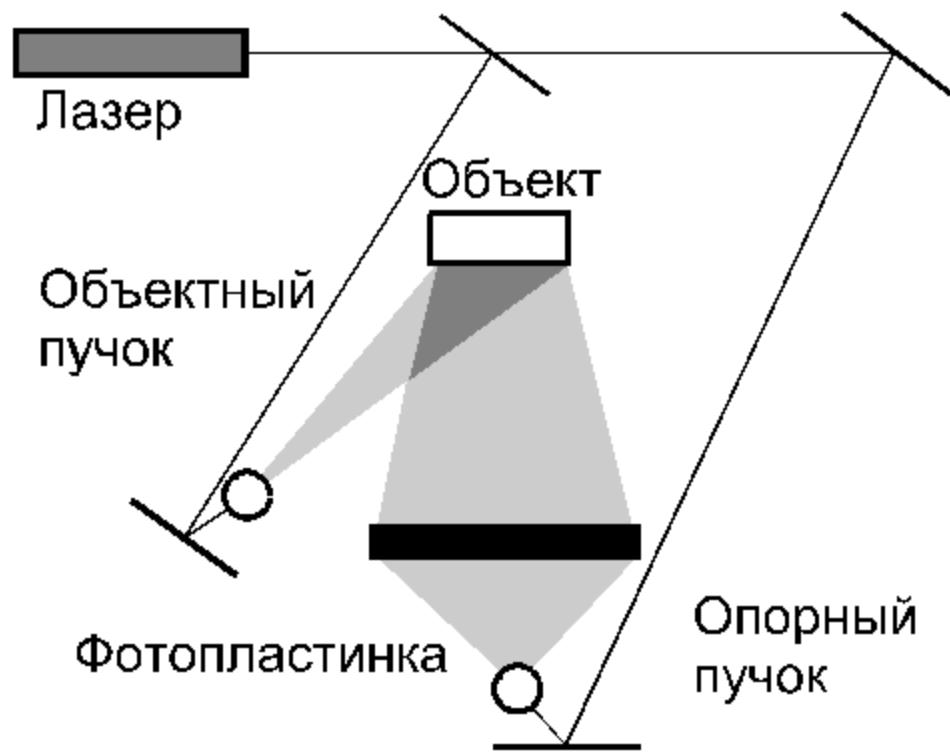
Физика 5. Голография.

Основная идея

Голография – метод записи и восстановления **полной волновой информации** об объекте: амплитуды **и** фазы.

Обычная фотография фиксирует только интенсивность света, поэтому теряется информация о глубине и пространственной структуре.

Голограмма хранит **интерференционный рисунок**, созданный объектным и опорным пучками.



Получение голограммы

Для записи используются два когерентных пучка лазера:

- **Объектный пучок:** отражается от объекта и несёт фазовую структуру.
- **Опорный пучок:** идёт напрямую.

Они падают на фотопластинку и создают интерференционную картину.

Записываемая интенсивность

Если волны:

$$E_o = A_o e^{i\varphi_o}, \quad E_r = A_r e^{i\varphi_r}$$

то интенсивность на пластинке:

$$I = |E_o + E_r|^2 = A_o^2 + A_r^2 + 2A_o A_r \cos(\varphi_o - \varphi_r)$$

Голограмма фиксирует **разность фаз** объекта и опорного луча.

Восстановление изображения

После проявления голограммы на неё снова направляют опорный пучок.

Голограмма действует как сложная дифракционная решётка и создаёт:

- **Воссозданную волну объекта** (мнимое изображение).
 - **Конъюгированную волну** (действительное изображение).
-

Типы голограмм

1. Плоские (амплитудные)

Ослабляют свет в зависимости от интерференционной картины.

Используются реже, требуют яркого опорного пучка.

2. Фазовые

Модулируют фазу проходящего света (изменение толщины слоя).

Дают лучшее качество и контраст.

3. Отражательные

Голограмма отражает свет и формирует изображение при освещении белым светом.

4. Объёмные гологramмы

Межслойная интерференция создаёт узкие спектральные и угловые зависимости.

Используются в современных защитных элементах и оптике.

Условия для записи голограммы

- Когерентный источник (обычно лазер).
 - Стабильность оптической схемы: вибрации < $0.1 \mu\text{м}$.
 - Чистые оптические поверхности.
 - Фотоматериал с высоким разрешением (до тысяч линий на мм).
-

Интерференция и дифракция в голографии

Вся технология основана на сочетании процессов:

- На этапе записи: **интерференция**.
- На этапе восстановления: **дифракция**.

Голограмма – застывшая интерференционная картина, которая затем вызывает дифракцию и регенерацию волнового фронта.

Применения

- 3D-изображения объектов.
- Дефектоскопия (исследование деформаций по смещению полос).
- Нерушающая диагностика вибраций.
- Дисплеи, оптические элементы, датчики.
- Защитные элементы на документах и купюрах.