



Валерій Старошук

Чудо голографії

Уважно подивіться на ці дві фотографії (мал. 1, 2). На столі лежать олівець та фотопластинка, на якій зображений медальйон (мал. 1). Якщо олівець сфотографувати під деяким кутом (мал. 2), можна побачити його бічну грань і тінь від лампи, якої не видно на мал. 1. Але зверніть увагу і на зображення медальйона: видно його бічну поверхню і тінь, яку відкидає медальйон. Дивовижно, але зображення на плоскій пластинці поводить себе, наче реальний об'єкт! Такий ефект неможливо отримати зі звичайною фотографією. Перед нами – голограма.

Вперше об'ємне зображення на площині отримав англійський фізик угорського походження Денеш Габор 1947 року. Тоді ж він і дав йому назву – ГОЛОГРАМА, що у перекладі з грецької означає „повний опис“. На фото (мал. 3) показаний момент голографічної



Мал. 1

Мал. 2





зйомки самого нобелівського лауреата Д. Габора, а в правому нижньому кутку – результат цього процесу, голограму.

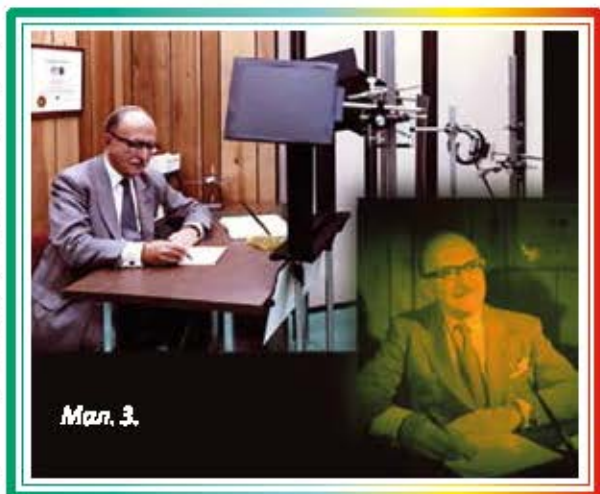
Що ж мав на увазі вчений, коли назвав голограму ПОВНИМ описом предмета? Щоб відповісти на це запитання, з'ясуємо, яку інформацію про предмет дають нам звичайні фотографії, такі, які ви бачите у журналі, читаючи цю статтю.

Для простоти розглянемо чорний квадрат на білому аркуші паперу. Біле світло ліхтарика, потрапляючи на білу поверхню паперу, майже повністю відбивається і потрапляє нам в очі або в об'єктив фотоапарата. Промені, які потрапили на чорний квадрат, майже повністю поглинаються фарбою і трохи нагрівають її. Тому ця ділянка здається нам чорною у порівнянні з білим аркушем паперу (мал. 4).

А якщо поекспериментувати з червоним квадратом? Згадаємо, що світло – це електромагнітні хвилі різних частот. Тому від білої поверхні відіб'ються хвилі усіх частот, а від червоної – хвилі з частотами, які відповідають червоній частині спектра, інші ж поглинуться фарбою (мал. 5). Отже, звичайна фотографія дає нам уявлення про контури предмета, його колір і яскравість. Але це не повна інформація, адже кожний предмет характеризується ще протяжністю, об'ємом і розташуванням у просторі.

Розглядаючи звичайну фотографію, ми змушені здогадуватися, який предмет знаходиться ближче до нас, а який – розташований далі. Цю особливість фотографії використовують для створення оптичних ілюзій (мал. 6).

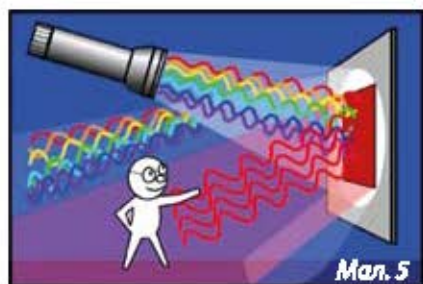
Розглянемо брусок, який знаходиться на плоскій поверхні. Спрямуємо на нього монохроматичне (строго однієї частоти) світло лазера, наприклад, – червоне. Частина променів відіб'ється



Мал. 3.



Мал. 4.



Мал. 5.



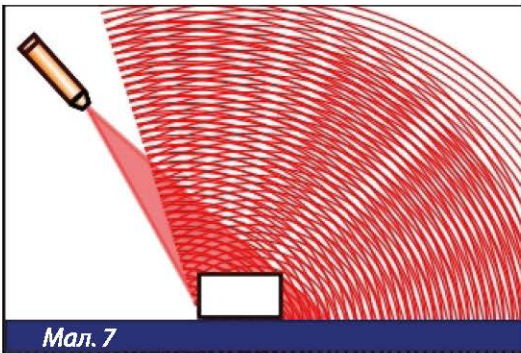
Мал. 6

від його верхньої поверхні раніше, ніж від площини, на якій він встановлений (мал. 7). Відбиті світлові хвилі будуть накладатися одна на одну, утворюючи хвилю складної форми, посилюючи та послаблюючи одна одну в певних точках простору. Це явище фізики називають інтерференцією.

Складна відбита хвиля вже несе інформацію про висоту предмета.

Адже що вищий брусок, то швидше відіб'ється хвиля від його верхньої грані і більшим буде зсув між хвилями. Потрапивши в око, така світлова хвиля викличе об'ємний зоровий образ. Наші очі (власне тому, що їх два!) пристосовані для сприйняття об'ємного зображення. Кожне око розглядає предмет під своїм кутом зору, за рахунок чого в головному мозку створюється об'ємний образ зображення¹.

Відкриття голографії до певної міри є випадковим. Деніс Габор займався вдосконаленням роботи електронного мікроскопа, але, як це часто трапляється з видатними вченими, йому спала на гадку геніальна ідея записати на фотопластинку не лише яскравість і колір світла, але й зсув хвиль, тобто повну інформацію про об'єкт.



Мал. 7

А ми вже знаємо, що саме тоді промені світла відіб'ються від пластинки так, наче там знаходиться справжній об'єкт (мал. 2).

Щоб записати таке зображення на фотопластинку, потрібний опорний промінь світла, відносно якого ми зможемо порівнювати зсув хвиль. З цією метою зручно використовувати лазери, які випромінюють світло однієї довжини хвилі.

На мал. 8 ви бачите схему запису голограми, запропоновану Д. Габором.

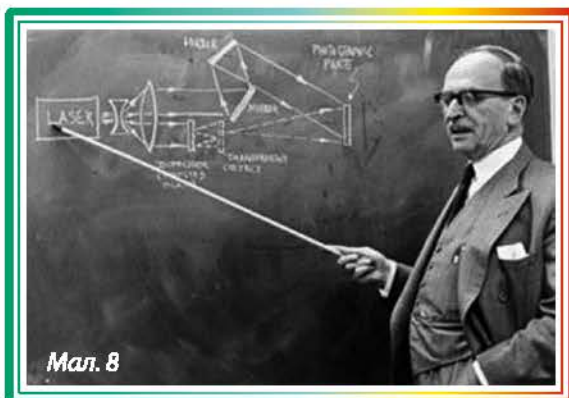
Але найпростіший спосіб запису голограми, який можна застосувати навіть вдома, запропонував 1968 року вчений Юрій Денисюк. Його метод дає змогу отримати голограми маленьких предметів (монетки, колечка) дуже доброї якості (мал. 9).



¹Про цю особливість зору ти довідаєшся у 9-му класі на уроках біології.



Метод полягає у наступному. Лазерний промінь (наприклад, від указки) проходить крізь пластинку, відбивається від предмета (на мал. 9 – зелений камінець) і знову потрапляє на пластинку. В середині фотоемульсії накладаються дві хвилі: опорна – від лазера і предметна –



Мал. 8

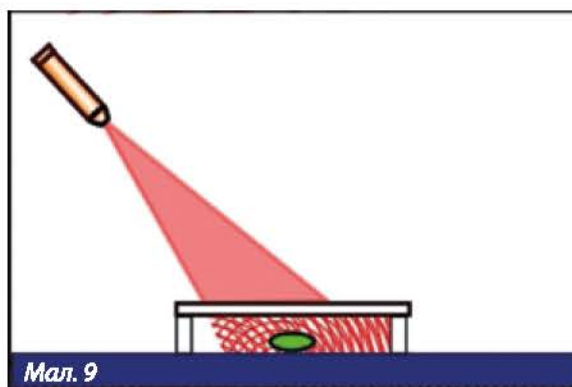
відбита від камінця. Інтерференційна картина записується за допомогою хімічної дії світла у речовині фотоемульсії. Щоб зображення вийшло якісним, усю установку бажано розмістити на піску – це зменшить вібрації. Потім пластинку треба проявити, закріпити і вкрити шаром чорної фарби з боку фотоемульсії, щоб у подальшому не пошкодити її. Якщо тепер освітлити голограму звичайним білим світлом, ми побачимо об'ємне зображення каменя, який наче лежить під склом! Емульсія освітлювалася червоним світлом, тому голограма погано відбиває червоні хвилі і має зелене забарвлення.

Голограми застосовують для створення точних копій цінних музейних експонатів, які складно перевозити по країні, а якщо вони стародавні або крихкі – то й небезпечно. Голограми знаменитої скіфської пекторалі (мал. 10) і князя Ярослава Мудрого виставлені для огляду в музеї голограм Києво-Печерської лаври.

Дуже популярні сучасні голограми широкого вжитку на алюмінієвих плівках. Їх застосовують для захисту документів та продукції від підробки.

Сьогодні науковці розробляють методи голографічного запису цифрової інформації на пластинках. Такі вінчестери матимуть малі розміри і пам'ять, якої вистачить на те, щоб безупинно записувати інформацію впродовж десятків років.

Давайте поміємо, що мине небагато часу, і красиві фотографії у журналі „КОЛОСОК” замінять чудові голограми, які несуть повну інформацію про предмет.



Мал. 9