

# Hologramy

## Magiczny świat iluzji - cz. I

*Wszystko, co widzimy, może być postrzegane w inny sposób. Dlatego pytam siebie; czy wszystko, na co patrzymy nie jest iluzją?"*

Sandro del Prete

Otoczająca nas rzeczywistość umieszczona jest w przestrzeni trójwymiarowej. Tak też jest najczęściej przez nas postrzegana. Jednak w przypadku współczesnego świata obrazów – czy to w wersji drukowanej, czy też elektronicznej prezentacji na ekranie komputera – ich formy graficzne przeważnie mają postać dwuwymiarową. W malarstwie, fotografii, poligrafii, a nawet do niedawna grafice komputerowej czy sztuce filmowej dominują dwa wymiary. Rzeźba i nawiązująca do niej grafika 3D oraz coraz popularniejsza holografia i stereoskopia wprowadzają odbiorców w trójwymiarowy, zdumiewający świat, który co prawda jest nam przecież od zawsze bliski i znany, to jednak w tej postaci wciąż wydaje się jeszcze osobiwy i fascynujący.

### Holografia

Coraz powszechniejsza dzisiaj, zwłaszcza w technice zabezpieczeń, holografia to – w najprostszym ujęciu – sposób zapisu trójwymiarowego obrazu dokonywany na drobnoziarnistej kliszy za pomocą spójnego światła laserowego. Jej twórcą był Dennis Gabor – węgierski fizyk, który podstawy teoretyczne opracował w 1947 roku na bazie doświadczeń polskiego uczonego Mieczysława Wolfke, uchodzącego za prekursora holografii. Jednak produkcja hologramów była możliwa dopiero od czasu wynalezienia lasera w 1960 r. W przeciwieństwie do fotografii, która zapisuje jedynie natężenie światła odbitego od obiektu (amplituda), dając na błonie obszary jasne i ciemne, hologram rejestruje amplitudę i fazę promieniowania, tworząc wzorzec interferencyjny zapisany na wysokorozdzielczej emulsji. Wzór ten wygląda pod bardzo dużym powiększeniem jak zestaw prążków wzajemnie nakładających się na siebie (na kliszy fotograficznej w powiększeniu widać jedynie jasne i ciemne punkty). W normalnym powiększeniu nie widzimy już struktury interferencyjnej tylko przestrzenny obraz zarejestrowanego przedmiotu, który to wizerunek posiada w porównaniu do fotografii dodatkowe cechy, takie jak głębia oraz paralaksa (możliwość oglądania różnych widoków wirtualnego obrazu w zależności od kąta, pod jakim patrzymy na hologram). Można również regulować umiejscowienie przestrzeni w hologramie – wirtualny obiekt lub scena może się znajdować „za” kliszą holograficzną, „przed nią” lub też częściowo „za i przed”. Obiekt umieszczony „za” płytką nazywamy obrazem pozornym, a „przed” obrazem rzeczywistym. Istnieją inne od holografii techniki zapisu obrazów przestrzennych, np. fotografia stereoskopowa. Jednak nie dają one takich możliwości jak hologramy, chociażby ze względu na brak paralaksy, przez co oglądane obrazy nie są w pełni naturalne.



**Mieczysław Wolfke** (1883-1947), fizyk; 1922-39 profesor Politechniki Warszawskiej; w latach 1902-1907 studiował na uniwersytecie w Liege i w paryskiej Sorbonie; w roku 1913 na uniwersytecie w Zurychu habilitował się u Alberta Einsteina – jego praca dotyczyła teorii powstawania obrazu w mikroskopie; od 1932 członek PAU; autor prac głównie z teorii ciepła, badacz niskich temperatur. W 1927 r. odkrył, wraz z W. H. Keesomem, istnienie 2 odmian helu. Zajmował się również optyką, teorią kwantów i wyładowaniami elektr. w gazach. W 1920 odkrył podstawy holografii, wyprzedzając w tym D. Gabora, który w 28 lat później sformułował i rozwinął metodę holograficznego odtwarzania obrazów, otrzymując za to Nagrodę Nobla (na uroczystej gali wymienił prof. Wolfkego jako prekursora holografii). W latach 1931-38 wielki mistrz wolnomularskiej Łoży Narodowej Polski.

**Dennis Gabor** (1900-1979), fizyk brytyjski pochodzenia węgierskiego; profesor Imperial College w Londynie. Członek Towarzystwa Królewskiego w Londynie i Węgierskiej Akademii Naukowej. Prowadził prace w zakresie elektroniki i optyki elektronowej. W latach 1948-1951 opracował metodę otrzymywania obrazów trójwymiarowych (holografia) za co w 1971 r. otrzymał Nagrodę Nobla.

**hologram** (potocznie znak optycznie zmienny), od greckiego słowa *holographe'o* – pisać w całości, nie skracając. Zapis trójwymiarowego obrazu przedmiotu uzyskany techniką hologafii. Jest najczęściej używanym na świecie, skutecznym sposobem zabezpieczania dokumentów oraz markowych produktów przed podrobieniem.

Żeby zobaczyć hologram należy oświetlić go pod tym samym kątem, pod którym padała wiązka odniesienia. Struktura prążków interferencyjnych w warstwie srebra ugina i odbija fale, odtwarzając orientacje i rozkład natężenia światła w wiązce przedmiotowej. Każde z oczu tworzy obraz danego punktu przedmiotu na podstawie różnych struktur interferencyjnych i dzięki temu obserwator widzi trójwymiarowy, wirtualny obraz zarejestrowanego przedmiotu. W przypadku hologramu odbiciowego duże znaczenie ma światło, jakim go oświetlamy – musi to być ostre, punktowe światło białe np. słońce (najlepsze źródło), lampa halogenowa, zwykła żarówka. Natomiast oglądany obraz będzie rozmyty, jeśli będziemy używać światła rozproszonego takiego, jakie daje świetlówka, lampa ultrafioletowa (UV), zachmurzone niebo, więc nie powinniśmy go stosować.

Obecnie istnieje wiele typów hologramów, które zostały wynalezione w różnym czasie. Pierwszym z nich są tzw. hologramy transmisyjne – zostały zrobione przez Emmetta Leitha i Jurisa Upatnieksa w 1962 r. na uniwersytecie Michigan. Cechą charakterystyczną tego typu hologramu jest to, że laser jest wymagany nie tylko do zapisu, ale również do oglądania zarejestrowanego obrazu. Hologramy transmisyjne mają bardzo dużą głębię, teoretycznie nawet do 4 metrów, obraz jest ostry i wyraźny na całej długości. Posiadają one interesującą właściwość: jeśli hologram z zapisanym wizerunkiem np. figurki z gipsu potłuczemy lub potniemy na wiele małych kawałków, to każdy taki osobny fragment będzie zawierał pełny obraz tejże figurki, tyle że o mniejszej rozdzielczości od hologramu przed pocięciem – od tego zjawiska wywodzi się nazwa holografia: od greckiego *holos* – cały i *grapho* – pisać.

Inny rodzaj hologramy odbiciowe – wykonane w 1962 r. przez radzieckiego fizyka Jurija Denisyuka. Zmieniając konfigurację optyczną zastosowaną przez Leitha i Upatnieksa, Denisyuk zrobił hologram, który można oglądać pod zwykłym światłem białym, co było dużym postępem – hologramy mogły być oglądane i wystawiane wszędzie, nie trzeba było już iść do laboratorium i używać do ich zobaczenia lasera tak jak w przypadku hologramów transmisyjnych. Hologramy odbiciowe mają dobrą głębię, jednak wraz z większą odległością od kliszy obraz jest coraz mniej ostry i dokładny – powoduje to ograniczona spójność światła białego. Hologramy tego typu można spotkać głównie na wystawach, galeriach i w muzeach hologafii.

W 1968 r. dr Steven Benton w laboratorium firmy Polaroid opracował hologramy tęczkowe, które są obecnie najbardziej znanym rodzajem hologramów – są one produkowane masowo i spotykamy je w postaci znaków towarowych, małych naklejek na dokumentach, dowodach tożsamości, kartach kredytowych itp., stwierdzających ich autentyczność. Hologramy takie mają małą głębię (do 5 cm)



foto. T. Kosiński



Dwa różne obrazy tego samego hologramu widziane pod innym kątem

albo nie mają jej wcale oraz ograniczoną, najczęściej poziomą paralaksę – czyli możemy zobaczyć różne widoki obiektu, przesuując głowę np. z lewej strony do prawej względem kliszy, jednak ruszając głowę góra-dół nie zobaczymy już obrazu przestrzennego tylko zmieniające się kolory tęczy. Te ograniczenia powodują że hologramy Bentona nie są zbyt efektowne w porównaniu do wcześniej wymienionych typów, dlatego używa się ich raczej w innych dziedzinach niż sztuka.

**Tomaz Kosiński**

O stereoskopii, iluzjach optycznych, fotografii trójwymiarowej, fotograficznych złudzeniach, iluzjonizmie w sztuce i innych tematach związanych z magicznym światem iluzji będziecie mogli przeczytać w kolejnych częściach tego cyklu.