

## Nobel dla majstrów światła

W tym roku Nagroda Nobla z Fizyki została przyznana w połowie Charlesowi Kuen Kao za *przełomowe osiągnięcia w wykorzystaniu światłowodów do komunikacji optycznej* oraz w połowie Willardowi Sterlingowi Boyle'owi i George'owi Elwoodowi Smithowi za *wynalezienie obrazującego obwodu półprzewodnikowego – sensora CCD*.

Jak widać, po raz kolejny potraktowano testament Alfreda Nobla dosłownie i uhonorowano tych, którzy *najbardziej przysłużyli się ludzkości*. Co prawda, zrobili to nie w mijającym roku, tylko trochę wcześniej, w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego stulecia, ale nie da się ukryć, że każdy z nas korzysta z konsekwencji ich inwencji.

Możliwość przesyłania światła za pomocą dielektrycznej rurki, z wykorzystaniem całkowitego wewnętrznego odbicia, była znana, co najmniej, od połowy XIX wieku. Na dużą skalę została po raz pierwszy wykorzystana w czasie Światowej Wystawy w Paryżu 120 lat temu do iluminacji strumieni wody w fontannach. Dziś również światłowody są używane głównie do zabawiania się. Znacząca część informacji przekazywanej przez oplatającą Ziemię pajęczynę światłowodów to ruchome i nieruchome obrazy, w większości uzyskane za pomocą sensorów CCD (lub za pomocą wynalezionego mniej więcej w tym samym czasie sensora CMOS).

Zarówno światłowody, jak i CCD mają niezliczone „poważne” zastosowania. Detektory uruchamianego LHC właśnie za pomocą światłowodów komunikują się z farmami procesorów, podejmującymi w czasie rzeczywistym decyzje o tym, które dane są wystarczająco interesujące, żeby mogły zostać przekazane światowej, splecionej światłowodami, sieci komputerowej GRID. W sensory CCD wyposażone są już praktycznie wszystkie instrumenty astronomiczne. Ekscytujące zdjęcia, tak z kosmicznych, jak i z naziemnych obserwatoriów, są otrzymywane właśnie za ich pomocą. Użycie CCD rewolucjonizuje także np. obrazowanie medyczne.

Światłowody również znalazły pierwsze praktyczne zastosowanie w medycynie. Był nim gastrokop, który został skomercjalizowany w połowie ubiegłego wieku. Wydawało się wtedy jednak, że światłowody nie znajdują zastosowania w komunikacji, choć w laboratoriach demonstrowano możliwość przesyłania informacji za ich pomocą. Brak optymizmu był spowodowany bardzo wysoką atenuacją sygnału świetlnego – moc sygnału spadała sto razy na drodze 20 metrów. Z drugiej strony, pół wieku temu, potrzeby nie były jeszcze tak wielkie oraz nie znano odpowiednio dobrego źródła światła. Laser dopiero powstawał, był drogi i nieporęczny. Przełomowa rola Kao polegała na pokazaniu, że tak wysoka atenuacja jest spowodowana zanieczyszczeniami światłowodów, a następnie na wykazaniu, że szkło kwarcowe może pozwolić na wydłużenie drogi, na której sygnał spada o dwa rzędy wielkości, do kilometra. Kao okazał się nie tylko znakomitym fizykiem, ale także

dobrym propagatorem idei światłowodu jako wydajnego i ekonomicznego kanału przesyłania informacji. Dzięki temu konieczne technologie zostały opracowane, a pierwsze praktyczne zastosowanie światłowodu nastąpiło w niecałe dziesięć lat od podstawowej publikacji Kao z 1966 roku.

Dwaj pozostali nobliści również pracowali w przemyśle, a konkretnie w Bell Laboratories w New Jersey. Koncepcja CCD powstała w raczej nietypowy sposób. Wydział elektroniczny Bell Labs podlegał Jackowi Mortonowi i był podzielony na oddział urządzeń półprzewodnikowych oraz oddział zajmujący się wszystkim pozostałym. Pod koniec lat sześćdziesiątych technologią, z którą wiązano wielkie nadzieje, była „pamięć pęcherzyków magnetycznych” (*magnetic bubble memory*), a głównym światowym ośrodkiem jej rozwoju był oddział Bell Labs, konkurencyjny do oddziału kierowanego przez Boyle'a. Morton uzależnił pozostawienie środków do dyspozycji oddziału Boyle'a od zaproponowania półprzewodnikowego odpowiednika pęcherzyków magnetycznych. 17 października 1969 roku do biura Mortona przyszli i Boyle, i Smith. W ciągu godzinnej dyskusji, w obawie przed utratą środków na własne badania, naszkicowali na tablicy koncepcję „pamięci pęcherzyków ładunku”, zasady jej działania oraz możliwe zastosowania. Tak zaczęła się historia *Charge Coupled Device*, czyli CCD. Pomysł użycia CCD jako pamięci nie przetrwał próby czasu, podobnie jak jej magnetycznego odpowiednika. CCD to matryca z kubeczkami na ładunek, który jest generowany dzięki fotonom poprzez efekt fotoelektryczny. Ładunek może być odczytywany linia po linii, komórka po komórce, poprzez „przelanie” go z komórki do komórki. Właśnie ten sposób odczytu jest pozostałością po koncepcji pęcherzyków. Dzięki niemu czynna część matrycy CCD może obejmować praktycznie całą powierzchnię sensora. A ponieważ urządzenia te mogą mieć bardzo niski poziom szumu oraz efektywność kwantową dochodzącą do 90%, to trudno się dziwić, że tradycyjna fotografia, z efektywnością zaledwie rzędu 1% i uciążliwym procesem chemicznym zamiast błyskawicznej elektroniki, odchodzi do profesjonalnych zastosowań niszowych.

Na koniec z dumą informujemy, że na tegoroczną uroczystość wręczenia Nagród Nobla zostali zaproszeni laureaci Konkursu Prac Młodych Naukowców Unii Europejskiej, a wśród nich Aleksander Kubica i Wiktor Pilewski, zdobywcy pierwszej nagrody za pracę *Spiralne soczewki dyfrakcyjne*, skrót której planujemy opublikować na naszych łamach.

Przy okazji nadmieniamy, że na omówienie prac polskich naukowców, które mogłyby zostać docenione przez Szwedzką Akademię Nauk, mamy od dawna zarezerwowane miejsce.

Piotr ZALEWSKI