Laboratorium Optyki i Optoelektroniki

Na Wydziale Matematyczno-Fizycznym US w ramach projektu Elbrus rozbudowywane jest Laboratorium Optyki i Optoelektroniki, które już służy naukowcom i studentom oraz w którym będą możliwe badania stosowane na rzecz podmiotów gospodarczych regionu.

dr hab. Adam Bechler, prof. US

kierownik Laboratorium Optyki i Optoelektroniki
dyrektor Instytutu Fizyki
Wydział Matematyczno-Fizyczny US

Słowo „optyka" niespecjaliście kojarzy się zwykle z lekcjami fizyki, na których była mowa o optyce geometrycznej oraz prawach odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków o różnych własnościach optycznych.

W potocznym języku powiedzenie „muszę iść do optyka" oznacza: „muszę kupić nowe okulary". Dobieranie soczewek do okularów oparte jest na prawach optyki geometrycznej, podobnie zresztą jak konstrukcja układów optycznych w aparatach fotograficznych czy lornetkach, że o zwykłej lupie nie wspomnę.

Pomimo powszechnej obecności optyki geometrycznej w naszym życiu codziennym współczesna optyka zajmuje się zagadnieniami bardzo od niej odległymi, w których istotną rolę odgrywa falowa i korpuskularna natura światła.

Podstawowym narzędziem badawczym współczesnej optyki jest laser – silne źródło światła o własnościach, których nie posiada światło naturalne, np. słoneczne, czy światło wysyłane (emitowane?) przez żarówki.

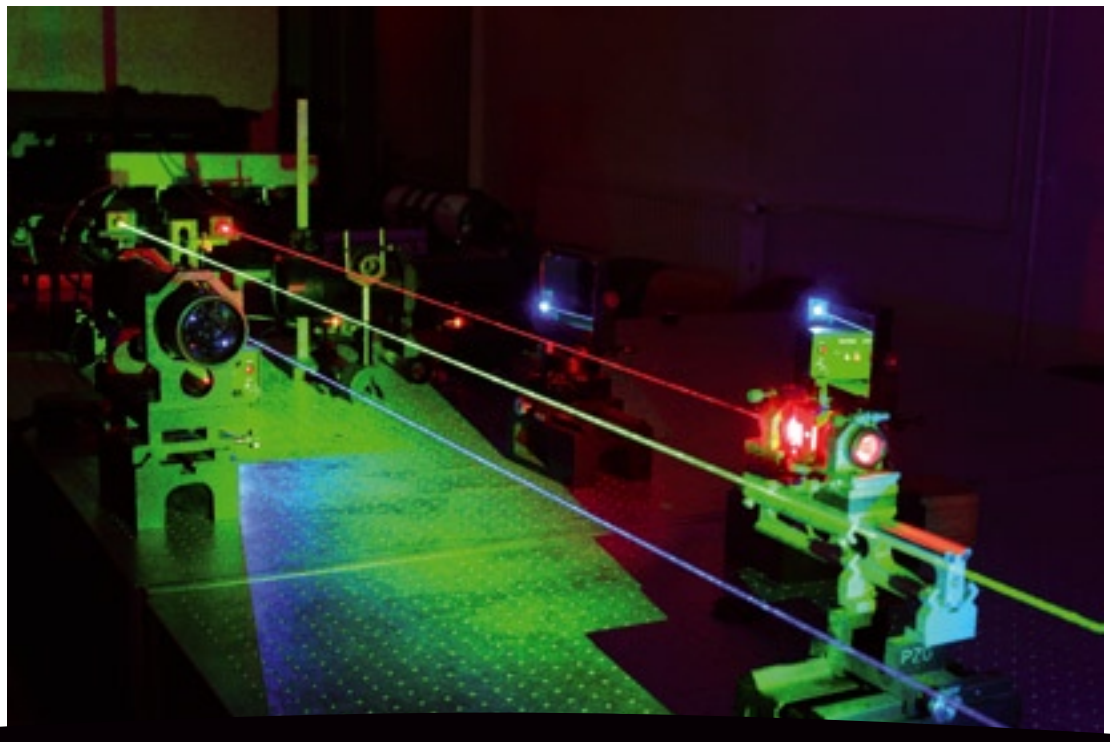
Właściwości i zastosowania światła laserowego

Najważniejszą własnością światła laserowego jest jego spójność. Niełatwe zadanie ma popularyzator, który w możliwie prosty i niematematyczny sposób chciałby opisać tę własność.

Mówiąc najprościej, polega ona na wysokim stopniu uporządkowania światła laserowego. Własność tę w dużo mniejszym stopniu posiada światło pochodzące ze źródeł naturalnych, gdyż jego emisja, w przeciwieństwie do światła laserowego, ma charakter chaotyczny. Niezwykłe własności światła laserowego zadecydowały o jego licznych zastosowaniach, wśród których niewątpliwie najszerzej znane są zastosowania w różnych działach medycyny. Powszechnie spotykanym zastosowaniem światła laserowego jest także zapisywanie informacji i jej odczytywanie (w tym odtwarzanie muzyki i filmów) na płytach CD, nie wymieniając wielu innych.

W nazwie naszego laboratorium figuruje także słowo „optoelektronika", które powstało z połączenia słów „optyka" i „elektronika". Optoelektronika zajmuje się zastosowaniem różnego rodzaju aparatury elektronicznej do badania światła.

W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że urządzenia optoelektroniczne działają na zasadzie przetwarzania sygnału optycznego na sygnał elektrycz-



Wiązki światła laserów półprzewodnikowych o różnych kolorach

Fot. Marek Kurpiewski

ny lub elektrycznego na optyczny. Powszechnie spotykanym przykładem urządzenia optoelektronicznego jest dioda świecąca, nazywana w skrócie LED, od pierwszych liter angielskiej nazwy (*light emitting diode*).

Diody świecące są to źródła światła zbudowane z materiałów półprzewodnikowych, emitujące światło o własnościach zbliżonych do światła laserowego. Podobnie jak laser dioda wysyła światło o bardzo czystej barwie, na przykład zielonej czy czerwonej. Taką czystość barwy trudno jest uzyskać przy pomocy naturalnych źródeł światła nawet przy zastosowaniu filtrów barwnych.

Fizyk powie, że dioda wysyła światło prawie monochromatyczne o małym rozrzucie długości fali. Powszechnie spotykane zastosowania diod świecących to wszelkiego rodzaju „kontrolki", na przykład w desce rozdzielczej samochodu, komputerach, telewizorach, znalazły one także zastosowanie w sygnalizacji ulicznej. Każdemu kierowcy zdarzyło się stać na światłach, gdy na sygnalizator padało światło słoneczne. Trudno wtedy odróżnić, które światło sygnalizatora jest włączone, jeszcze czerwone czy może już zielone. Sygnalizatory skonstruowane w postaci matrycy wielu diod świecących zapewniają o wiele lepszą widoczność, nawet przy padającym na nie bezpośrednio świetle słonecznym.

Bliskim „krewnym" diody świecącej jest laser półprzewodnikowy działający na podobnej zasadzie, ale wysyłający światło silniejsze i o wyższym stopniu spójności.

Wyposażenie laboratorium

Na wyposażeniu naszego Laboratorium Optyki i Optoelektroniki jest około 10 laserów półprzewodnikowych o niewielkich gabarytach, które wysyłają światło o długościach fal od około 410 nanometrów (nm), czyli 410 miliardowych części metra lub 4,1 dziesięciomilionowych części metra, do około 670 nm.

Po przełożeniu na język kolorów oznacza to zakres od światła fioletowego (410 nm) do światła czerwonego (670 nm), w tym także np. światło zielone. Moce emitowanego przez te lasery światła są stosunkowo nieduże, w granicach 100-300 miliwatów. W najbliższej przyszłości planowany jest w ramach projektu eLBRUS zakup lasera argonowo-kryptonowego dużej mocy, powyżej 3 watów.

Lasery używane są jako źródła światła, które jest następnie wykorzystywane do badań zjawisk optycznych. Aparatura badawcza i dydaktyczna dostępna obecnie w Laboratorium Optyki i Optoelektroniki to przede wszystkim interferometry. Stwarzają one możliwości prowadzenia różnego rodzaju badań o charakterze podstawowym i aplikacyjnym. Wśród tych możliwości wymienić można doświadczenia dotyczące interferencji światła, precyzyjną analizę kształtu obiektów czy badanie dokładności optycznej płytek przeźroczystych.

Urządzeniem, które może być zastosowane do badań tego typu, jest interferometr Michelsona-Morleya. W laboratorium można także prowadzić badania samej struktury światła laserowego (np. struktury modów światła) przy pomocy interferometru Fabry'ego-Pérota.

Oprócz interferometrów Laboratorium Optyki i Optoelektroniki posiada układy obrazujące, przy pomocy których można wykonywać doświadczenia z zakresu technik obrazowych, mogą być one także wykorzystane w układach procesorów optycznych.

Nowy sprzęt optyczny

W najbliższym czasie, oprócz wspomnianego poprzednio lasera argonowo-kryptonowego, planowany jest zakup specjalistycznego sprzętu optycznego, co w istotny sposób rozszerzy możliwości wykonywania badań zarówno podstawowych, jak i stosowanych, a także możliwości prowadzenia zaawansowanych zajęć dydaktycznych z zakresu współczesnej optyki.

Zaplanowana do zakupu aparatura obejmuje sześć pozycji. Wymienię wśród nich lustro paraboliczne o średnicy 500 mm, które będzie używane do badania dokładności wykonania elementów optycznych, a także badania jakości wykonania powierzchni dużych elementów transmisyjnych (np. szyb) i odbiciowych. Przy użyciu tej aparatury możliwe będzie także badanie naprężeń wewnętrznych, może być ona także stosowana jako element procesorów optycznych.

Interesującą pozycją planowanych zakupów jest czujnik Shacka-Hartmanna o wysokiej rozdzielczości, działający w zakresie długości fal światła 400-900 nm. Może on być zastosowany do pomiaru czoła fali świetlnej w badaniach dokładności wykonania elementów optycznych. Natomiast profesjonalny zestaw optyczno-holograficzny umożliwi budowę stanowisk badawczych z zakresu holografii i interferometrii holograficznej.

Wśród innych potencjalnych zastosowań aparatury znajdującej się w Laboratorium Optyki i Optoelektroniki wymienić można metrologię optyczną, co wiąże się także z zastosowaniami interferometrii holograficznej.

Rozumiejąc przeznaczenie badawcze laboratorium, nie zapominamy o zadaniach związanych z kształceniem, czemu m.in. ma służyć demonstracyjny zestaw światłowodowy, dzięki któremu studenci będą mogli zapoznać się z zagadnieniami łączności optycznej, np. w telekomunikacji.

Bardzo istotnym elementem wyposażenia laboratorium, tak oczywistym dla fizyka, że wymieniam go dopiero na końcu, jest antywibracyjny stół optyczny. Doświadczenia z zakresu współczesnej optyki, w tym np. doświadczenia i pomiary interferencyjne, wymagają niezwykłej precyzji i łatwo mogą być zakłócone zaburzeniami spowodowanymi zwykłym ruchem ulicznym. Z tego względu można powiedzieć, że bazą każdego laboratorium optycznego jest stół antywstrząsowy, który amortyzuje wstrząsy, przeważnie zresztą przez nas niewyczuwalne, które jednak istotnie mogą zakłócić przebieg eksperymentu optycznego.

Uczelnia wyposażyła powyżej opisane laboratorium dzięki wsparciu finansowemu z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego przeznaczonemu na rozwój infrastruktury B+R, w której wykonywane mają być docelowo prace badawcze i rozwojowe. Ich rezultaty mają przyczynić się do rozwoju gospodarki nie tylko lokalnej.