

Kształtowanie widmowe jednofotonowych impulsów światła za pomocą operacji czysto fazowych

2020

Filip Sośnicki, Michał Mikołajczyk, Ali Golestani, Adam Widomski, Michał Karpiński
Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, ul. Pasteura 5, 02-093 Warszawa

1920

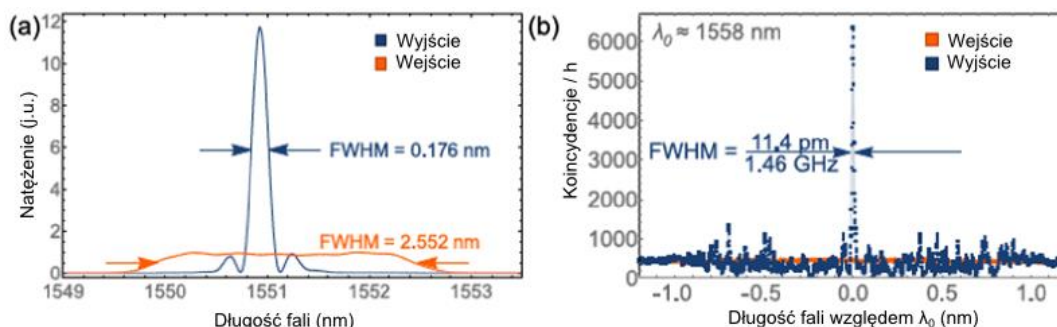
1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Krótkie impulsy optyczne charakteryzują się profilami widmowym i czasowym. Analogicznie impulsy jednofotonowe charakteryzują się amplitudami prawdopodobieństwa widmowego i czasowego. Wymiana impulsów jednofotonowych między obiektami, takimi jak atomy lub kropki kwantowe, pozwala na tworzenie korelacji kwantowych między nimi. Splątanie między różnymi obiektami umożliwia badanie podstawowych efektów mechaniki kwantowej. Jest również podstawą sieci kwantowych, w których korelacje kwantowe zostaną wykorzystane do bezpiecznej wymiany informacji, symulacji i obliczeń kwantowych. Aby wydajnie sprzęgać pojedyncze obiekty kwantowe, właściwości spektralne i czasowe sprzęgających je impulsów jednofotonowych muszą być dopasowane do właściwości tych obiektów: na przykład profil amplitudy prawdopodobieństwa widmowego fotonu musi być dopasowany do profilu linii absorpcji obiektu. Wymaga to modyfikacji widmowych i czasowych pojedynczych fotonów: od tych zdefiniowanych przez emitujący obiekt kwantowy, do tych, które pasują do właściwości spektralnych i czasowych obiektu absorbującego. Modyfikacji należy dokonać bez użycia filtrowania, aby uniknąć utraty fotonu, lub wzmocnienia, aby uniknąć fotonowego szumu wzmocnienia.

Bezstratne (co do zasady) modyfikowanie profili czasowo-widmowych jednofotonowych impulsów jest możliwe za pomocą dyspersji, która prowadzi do zmiany profilu czasowego impulsu oraz poprzez szybką elektrooptyczną modulację fazy (EMF), prowadzącą do zmiany jego widma. Odpowiednie połączenie dyspersji i EMF umożliwia dowolną modyfikację profilu czasowo-widmowego impulsów [1]. Propagację dyspersyjną realizujemy w światłowodach (długość rzędu 1 km) lub za pomocą niestandardowych światłowodowych siatek Bragga. Modulację elektrooptyczną uzyskujemy za pomocą modulatorów falowodowych sterowanych gigahercowymi sygnałami napięciowymi, zsynchronizowanymi z sub-ps dokładnością do impulsów optycznych. Wyniki doświadczalne przedstawione są na ryc. 1.



Ryc. 1. (a) Modyfikacja szerokości widmowej impulsów jednofotonowych (a) z >200 GHz do poniżej 20 GHz, (b) o ponad 2 rzędy wielkości, do szerokości pojedynczych GHz, porównywalne do naturalnej szerokości linii kropek kwantowych [2].

Literatura:

1. M. KARPIŃSKI, M. JACHURA, L. J. WRIGHT, B. J. SMITH, NATURE PHOTON. 11, 53 (2017).
2. F. SOŚNICKI, M. KARPIŃSKI, OPT. EXPRESS 26, 31307 (2018).

Słowa kluczowe: optyka kwantowa, kształtowanie impulsów femtosekundowych

