

mgr inż. Bartłomiej Siwicki

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy: „Badanie stabilności i szerokości spektralnej widma superkontinuum w całoszklanych włóknach fotonicznych w zakresie dyspersji normalnej”

Generacja superkontinuum w światłowodach fotonicznych jest tematem zainteresowania badaczy już od kilkunastu lat. Typowe widmo superkontinuum jest generowane w światłowodach fotonicznych z dyspersją anomalną za sprawą sekwencji efektów nieliniowych, między innymi generacji i rozpadu solitonów oraz tzw. niestabilności modulacyjnej. To ten efekt przyczynia się do znacznego poszerzenia widma, lecz powoduje jednocześnie silne wzmocnienie szumu tła. Do nowych zastosowań potrzebne jest widmo spektralnie gładkie i o dużym stopniu spójności czasowej. W światłowodach fotonicznych z dyspersją normalną nie ma efektów związanych z solitonami, co umożliwia generację superkontinuum o dużej stabilności spektralnej oraz dużej płaskości w szerokim zakresie widma, choć otrzymane widmo jest zwykle znacznie węższe spektralnie niż otrzymywane w zakresie dyspersji anomalnej. Zastosowanie całoszklanych włókien fotonicznych umożliwia otrzymanie znacznie szerszego spektralnie widma superkontinuum w zakresie dyspersji normalnej, niż dotychczas obserwowano w klasycznych włóknach fotonicznych szklano-powietrznych. We włóknach całoszklanych dyspersja chromatyczna światłowodu jest kształtowana nie tylko przez dyspersję falowodową struktury fotonicznej, ale także dyspersję materiałową obydwóch szkieł, dopasowanych do siebie termicznie. Zwiększa to stopień swobody przy projektowaniu dyspersji światłowodu fotonicznego, umożliwiając takie jej ukształtowanie, aby wygenerowane widmo było szersze.

W niniejszej pracy badam stabilność i szerokość spektralną widm superkontinuum wygenerowanych w całoszklanych włóknach fotonicznych w zakresie dyspersji normalnej ze szkieł wieloskładnikowych. Praca obejmuje projektowanie światłowodów fotonicznych, modelowanie zachodzących w nich zjawisk nieliniowych, wykonanie i charakteryzację światłowodów, pomiary generacji superkontinuum, a także analizę stabilności impulsu superkontinuum. Na początku pracy przedstawiam wstęp do tematu stabilności i szerokości spektralnej widma superkontinuum w zakresie dyspersji normalnej, przedstawiam i omawiam cele pracy, tezę oraz jej motywację. Następnie, przedstawiam wstęp teoretyczny do zagadnień światłowodów, optyki nieliniowej oraz generacji superkontinuum. W dalszej części pracy prezentuję metodę projektowania struktury geometrycznej oraz dyspersji światłowodów fotonicznych, a także sposób ich wykonania. Opisuję także różnice między całoszklanymi światłowodami fotonicznymi a szklano-powietrznymi. Dalej, prezentuję numeryczne wyniki pracy. Omawiam ograniczenia wypłaszczonego odcinka dyspersji włókna oraz prezentuję metodę przekroczenia tych ograniczeń. Opisuję proces optymalizacji dyspersji chromatycznej światłowodu pod kątem generacji szerokiego widma superkontinuum, a także prezentuję zależność szerokości i płaskości widma superkontinuum od parametrów oraz kształtu

czasowego impulsu pompującego. Przedstawiam ponadto wpływ kształtu czasowego impulsu pompującego na przebieg generacji widma superkontinuum i jego kształt. W dalszej części pracy prezentuję wyniki eksperymentalne. Omawiam referencyjną strukturę całoszklanego światłowodu fotonicznego z dyspersją normalną i wyniki generacji superkontinuum w nim otrzymane dla różnych warunków pompowania. Następnie prezentuję wyniki generacji superkontinuum w wytworzonym przeze mnie światłowodzie całoszklanym ze zoptymalizowaną dyspersją dla różnych warunków pompowania. W pracy analizuję także własności koherentne widma superkontinuum w zakresie dyspersji normalnej impuls-po-impulsie. Spójność czasową widma badam poprzez symulacje numeryczne i pomiar interferencji, a miarą spójności czasowej jest zespolony stopień spójności widma. Stabilność natężenia widma badam metodą dyspersyjnej transformaty Fouriera. Wpływ kształtu czasowego impulsu pompującego na stabilność widma superkontinuum analizuję przy pomocy map korelacyjnych widma. Pracę zamykam podsumowaniem streszczającym wyniki pracy; przedstawiam nowatorskie dokonania występujące w pracy oraz możliwe dalsze kierunki badań w omawianej dziedzinie.