

W niniejszej rozprawie zbadane zostały zastosowania uogólnionej wersji odbiornika przesuwającego w kontekście komunikacji klasycznej z użyciem stanów koherentnych w obecności szumu. Odbiornik taki składa się z detektora liczby fotonów poprzedzonego operacją przesunięcia amplitudy i umożliwia wykorzystanie elastycznych strategii w celu zaradzenia rozmaitym problemom komunikacyjnym takim jak różnorodne rodzaje szumów lub kodowania. Kanał fizyczny przez który następuje transmisja stanów jest opisywany przy użyciu formalizmu mechaniki kwantowej zaś wszystkie scenariusze komunikacyjne zostały przeanalizowane przy użyciu prawdopodobieństwa błędu oraz informacji wzajemnej. W przypadku gdy komunikacja odbywa się przez kanał jednocześnie bezszumny i bezstratny przy użyciu binarnego alfabetu stanów koherentnych, wiadomo, że pomiar optymalny jest realizowany przez odbiornik Dolinara zaś odbiornik przesuwający zapewnia to samo skalowanie prawdopodobieństwa błędu wraz ze średnią energią charakteryzującą alfabet.

Zakładając nieskończoną rozdzielczość liczby fotonów, odbiornik przesuwający może przechodzić w działaniu pomiędzy licznikiem fotonów a detektorem homodynowym, w zależności od przesunięcia. Również odbiornik Dolinara można rozumieć jako szereg odbiorników przesuwających, z których każdy kolejny korzysta z informacji otrzymanej przez poprzedzające go pomiary. Wynika z tego, iż odbiornik przesuwający może być wykorzystany jako prosty model ułatwiający zrozumienie zalet i wad różnych rodzajów odbiorników.

W realistycznym modelu detekcji konieczne jest uwzględnienie niedoskonałości występujących w różnych miejscach odbiornika przesuwającego. W rozprawie został przebadany wpływ efektów takich jak ograniczona widzialność, ciemne zliczenia, impulsy wtórne i ograniczona wydajność detekcji. Ograniczona widzialność nakłada największe restrykcje, aczkolwiek wpływ wszystkich wymienionych rodzajów niedoskonałości może być ograniczony przy użyciu detektora liczby fotonów i optymalizacji strategii komunikacyjnej. Technologie dostępne w tej chwili lub będące obecnie w fazie rozwoju pozwalają na detekcję poniżej poziomu szumu śrutowego, wobec czego odbiornik przesuwający wydaje się interesującym kandydatem do zastosowania w komunikacji optycznej.

Oprócz standardowej komunikacji klasycznej, odbiornik przesuwający może być zastosowany w celu demonstracji superaddytywności dostępnej informacji. W granicy małych energii sygnału odbiornik przesuwający zbiega do optymalnego pomiaru indywidualnego. W oparciu o przeszłe badania zostało wykazane, że istnieje kilka schematów w których można osiągnąć superaddytywność przy użyciu odbiornika przesuwającego w granicy niskich energii sygnału.

Wszystkie wymienione wyżej zastosowania opierają się na niemal optymalnej wydajności odbiornika. Jednakże odbiornik przesuwany jest bardzo wrażliwy na szumy obecne w kanale komunikacyjnym, które mogą sprawić iż będzie bezużyteczny. Wpływ konkretnego szumu zależy od jego natury.

Jako pierwszy został przebadany przypadek w którym obecny jest szum termiczny. W takim scenariuszu odbiornik przesuwający może być ulepszony poprzez zwiększenie rozdzielczości liczby fotonów detektora. Dla silnych szumów termicznych odbiornik przestaje być wydajny i konwencjonalne metody detekcji zapewniają lepsze rezultaty. W zakresie małej liczby fotonów modulacja pozycji impulsu jest powszechnie używanym rodzajem kodowania i również w tym przypadku odbiornik przesuwający oferuje wzrost wydajności w obecności szumu termicznego.

Innym rodzajem szumu rozważonym w tej rozprawie, bezpośrednio wpływającym na fazę stanów, jest szum fazowy. W celu umotywowania tego rodzaju szumu rozwinięty został w pełni kwantowo-mechaniczny model transmisji stratnej poprzez ośrodek nieliniowy, co pozwoliło wykazać obecność efektów nieklasycznych. Poprzez wzajemne oddziaływanie pomiędzy stratami i nieliniową propagacją powstaje fundamentalny nieliniowy szum fazowy, którego siła zależy od energii stanu.

Przeanalizowany został wpływ takiego rodzaju szumu na komunikację oraz wytwarzanie stanów ściśniętych w nieliniowym ośrodku kerrowskim.

Ponadto przebadane zostało w jaki sposób szum fazowy, zarówno liniowy jak i nieliniowy, wpływa na alfabet binarny i wydajność różnorodnych odbiorników w komunikacji. Standardowe odbiorniki przesuwające są szczególnie wrażliwe na szum fazowy i szybko tracą swą przewagę nad konwencjonalnymi rodzajami odbiorników wraz ze wzrostem siły szumu. Odbiornik przesuwający jest wszelako w stanie zachować przewagę poprzez optymalizację przesunięcia oraz alfabetu. Konkretna strategia zależy od więzów nałożonych na energię alfabetu przy czym rozważone zostały więzy zarówno na średnią jak i maksymalną energię sygnału. Co warto uwagi, odbiornik przesuwający osiąga ograniczenie Helstroma w zakresie bardzo silnego szumu fazowego.