

Kwantowe lasery kaskadowe stanowią nową klasę unipolarnych laserów półprzewodnikowych których działanie oparte jest na przejściach wewnątrzprzestrzennych. W odróżnieniu od klasycznych laserów półprzewodnikowych, wykorzystujących przejścia międzypasmowe, długości fali emitowanego przez nie promieniowania praktycznie nie zależą od materiału z którego są wykonane a jedynie od geometrii jam kwantowych stanowiących ich obszar czynny. Pozwala to na pokrycie szerokiego spektrum, długości fali od bliskiej podczerwieni do dalekiej podczerwieni za pomocą struktur wytwarzanych na bazie GaAs i InP, materiałów, których technologia jest doskonale opanowana. Kaskadowa natura generacji promieniowania pozwala na powielanie fotonów i potencjalnie umożliwia uzyskiwanie mocy przekraczających te, które generowane są w laserach bipolarnych. Z kolei obecność tylko jednego rodzaju nośników (elektronów) eliminuje większość niekorzystnych procesów rekombinacji niepromienistej. Lista zalet laserów kaskadowych zamyka ich subpicosekundowa szybkość działania wynikająca z ultraszybkiej dynamiki przejść wewnątrzprzestrzennych.

Lasery kaskadowe są idealnym źródłem promieniowania w układach detekcji zanieczyszczeń gazowych, spektroskopii molekularnej i systemach telekomunikacji w swobodnej przestrzeni. Można również myśleć o ich zastosowaniach w technice wojskowej, medycynie, oraz do wczesnego wykrywania skażeń i substancji biologicznych. Ze względu na odległość energetyczną poziomów uczestniczących w emisji promieniowania (typowo 10 do ~300 meV), promieniowanie elektromagnetyczne generowane w laserach kaskadowych należy do obszaru średniej (Mid Infrared, MIR) i dalekiej podczerwieni (Far Infrared, FIR).

Głównym celem projektu jest badanie i analiza mechanizmów degradacji laserów kaskadowych, poznanie fizycznych podstaw tych procesów oraz identyfikacja ich źródeł. W chwili obecnej, wiedza na temat mechanizmów i procesów degradacji laserów kaskadowych jest ograniczona. Mechanizmy degradacji tych przyrządów są różne od mechanizmów degradacji laserów opartych na przejściach międzypasmowych i są wzmacniane przez występujące podczas pracy przyrządu wysokie gęstości prądu elektrycznego. Badania te będą prowadzone dla kwantowych laserów kaskadowych emitujących w zakresie średniej podczerwieni, ponieważ niezawodność i czas życia tych przyrządów są jednymi z krytycznych czynników decydujących między innymi o ich dalszym rozwoju i możliwościach zastosowania.

Wyniki uzyskane podczas realizacji projektu dostarczą eksperymentalnych danych dotyczących kluczowego problemu laserów kaskadowych: degradacji i niezawodności, oddziałującego na ich dalszy rozwój i osiągane parametry pracy. Efektem podjętych badań będzie określenie mechanizmów i źródeł degradacji laserów kaskadowych, jak również wskazanie czynników wywołujących oraz przyspieszających te procesy.