

## **Cel badań**

Najważniejszym celem projektu jest teoretyczna i eksperymentalna analiza zjawiska generacji parametrycznej w zakresie widmowym średniej podczerwieni powyżej  $3.5 \mu\text{m}$  przy wykorzystaniu laserów włóknowych jako źródła pompującego. Głównym celem, jaki chcemy osiągnąć jest określenie optymalnych warunków pompowania, które pozwolą na uzyskanie najwyższych mocy/energii w obszarze średniej podczerwieni oraz optymalnej geometrii rezonatora generatora parametrycznego, spośród wielu możliwych konfiguracji.

## **Metoda badawcza**

Głównym przedmiotem projektu są teoretyczne i eksperymentalne badania zjawiska generacji parametrycznej w nieliniowym kryształ fosorku cynkowo germanowego pompowanym przez włóknowy układ laserowy z wysoką częstotliwością generowanych impulsów.

W celu osiągnięcia wyznaczonych w projekcie celów oraz by zweryfikować hipotezę, badanie eksperymentalne i teoretyczne podzielone zostały na trzy zadania. Każde z nich dostarczy niezbędnej wiedzy o prezentowanym temacie.

**Pierwsze zadanie** polega na opracowaniu podstawowego modelu analitycznego, który pozwoli na określenie sprawności konwersji i wyjściową charakterystykę generatora parametrycznego. Punktem wyjściowym będzie układ równań różniczkowych opisujący wzajemny wpływ fal oddziaływujących na siebie w ośrodku nieliniowym. Wpływ dopasowania fazowego (tzw. phase matching), układu geometrycznego rezonatora oraz efektów termicznych także zostanie wzięty pod uwagę.

Podczas realizacji **zadania drugiego** opracowane zostanie odpowiednie źródło pompujące dla generatora parametrycznego ZGP oparte na włóknowym laserze tulowym. Pod uwagę brane są dwie koncepcje. Pierwsze podejście to układ generatora, zbudowany na jednomodowym włóknie domieszkowanym tulem zachowującym polaryzację oraz do kilku wzmacniaczy mocy, które zapewnią odpowiednią moc wyjściową z zadowalającą jakością wiązki laserowej. Jako alternatywę rozważany jest układ lasera włóknowego oparty na włóknie aktywnym o dużej powierzchni modu (LMA – large mode area).

W **zadaniu trzecim** przeprowadzone zostaną wnikliwe badania modelu laboratoryjnego generatora parametrycznego zbudowanego na próbce monokrystalicznej ZGP. Jako źródło pompujące wykorzystany zostanie laser zbudowany w zadaniu drugim. Badania przeprowadzone w tym zadaniu będą główną częścią projektu. Zamierzamy przeprowadzić badania wpływu właściwości ośrodka nieliniowego oraz typu dopasowania fazowego, na sprawności generacji układu OPO. Ponadto, określone zostanie obciążenie cieplne ośrodka kryształu ZGP oraz jego wpływ na parametry wiązki laserowej.

## **Znaczenie i wpływ projektu**

Źródła laserowe promieniowania średniej podczerwieni pracujące w zakresie widmowym  $3-15 \mu\text{m}$  są układami niezbędnymi w różnorodnych obszarach zastosowań takich jak: spektroskopia molekularna, bezinwazyjna diagnostyka medyczna, kontrola procesów przemysłowych, monitorowanie środowiska naturalnego, badania atmosfery. Ponadto znajdują zastosowanie w systemach komunikacji w wolnej przestrzeni, przy poszukiwaniach złóż ropy naftowej oraz wielu zastosowaniach z obszaru wojskowości na przykład jako środki zaradcze przeciwko broni kierowanej na podczerwień czy wykrywaniu niebezpiecznych substancji wybuchowych. Jest to szczególnie ważne w dzisiejszych czasach, kiedy coraz częściej słyszymy o narastającym zagrożeniu terroryzmem. Aby prowadzić skuteczne badania w wymienionych wyżej obszarach niezbędne są wydajne źródła spójnego promieniowania laserowego, które na dzień dzisiejszy nie są ogólnie dostępne. Wierzymy, że generatory parametryczne pompowane przez lasery włóknowe mogą wypełnić tę lukę w przyszłości.

Optymalizacja parametrów wyjściowych tego rodzaju źródeł laserowych jest skomplikowanym zadaniem teoretyczno-eksperymentalnym. Wiele parametrów ma wpływ na wyjściową sprawność i moc generowaną i niemal wszystkie są od siebie wzajemnie zależne. Aby określić naturę tych zjawisk i powiązania między nimi, niezbędne jest przeprowadzenie badań teoretycznych i doświadczalnych. Uważamy, że wyniki projektu okażą się niezmiernie użyteczne w przyszłych badaniach dotyczących generatorów parametrycznych wykorzystujących kryształy nieliniowe ZGP, które przyciągają coraz to większą uwagę środowiska naukowego. Opracowanie wiarygodnego modelu teoretycznego i zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących w czasie generacji parametrycznej w tych kryształach powinno zwiększyć efektywność wykorzystania tego rodzaju źródeł laserowych w wielu potencjalnych aplikacjach, zapewniając, na przykład, niższe koszty produkcji i wyższą wydajność.