Wrocław, 21.07.2025

Prof. dr hab. inż. Sławomir Sujecki
Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Paśnikowskiej

Analiza właściwości nieliniowego przyciągania polaryzacji jako narzędzia do kontroli polaryzacji sygnału w światłowodowych systemach transmisyjnych

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora?

   W pracy sformułowano następującą **tezę**:
   Generyczna technologia fotoniki scalonej na platformie fosforku indu pozwala na wytworzenie układów o kompaktowych rozmiarach i zoptymalizowanych kosztach wytwarzania, o cechach funkcjonalnych pozwalających na łatwe skalowanie pojemności informacyjnej łączy w systemach dostępowych i radykalne zwiększenie niezawodności.
   Natomiast **cel pracy** jest sformułowany następująco:
   Głównym celem pracy było zaprojektowanie, wytworzenie w technologiach generycznych i zbadanie serii fotonicznych układów scalonych przeznaczonych do zastosowań w układach nadawczo-odbiorczych sieci dostępowych ze zwielokrotnieniem w dziedzinie długości fali (WDM-PON – ang. wavelength division multiplexing passive optical network).

   Cele i teza rozprawy zostały sformułowane jasno.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle?

   Spis literatury zawiera 275 pozycji, przy czym około 100 odnosi się do wiodących czasopism naukowych z zakresu fotoniki i telekomunikacji optycznej, t.j. Journal of Lightwave Technology, IEEE Photonics Technology Letters, Optics Express, Nature Photonics, Electronics Letters, Optics Letters, IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Elecronics, itd. Ponadto spis literatury zawiera odnośniki do wiodących konferencji naukowych z zakresu telekomunikacji światłowodowej, t.j. ECIO, ECOC, OFC, książek, dokumentów normalizacyjnych ITU-T oraz wielu tron internetowych, które zawierają wiele dodatkowych informacji. Stwierdzam zatem, że w mojej opinii analiza źródeł została przeprowadzona w sposób właściwy i stanowi wierne odwzorowanie obecnego stanu wiedzy w zakresie rozważanej tematyki. Ponadto należy podkreślić, że zawarty spis literatury jest obszerny jak na pracę doktorską i świadczy o starannym zapoznaniu się z literaturą światową. Dla czytelnika zaś stanowi ono cenne źródło wiedzy. Mam jedna uwagę dotyczącą korzystania z literatury, a mianowicie: na stronie 74 brakuje odnośnika do spisu

literatury po zdaniu 'W tej pracy wykorzystano projekt multipleksera AWG opracowany przez zespół z Technische Universiteit Eindhoven w Holandii w zestawie PDK SMART Photonics.'

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

W pracy zaprojektowano węzeł OLT (ang. optical line termination) i jednostkę ONU (ang. optical network unit) dostępowej pasywnej sieci optycznej PON (ang. passive optical network). W projekcie wykorzystano technologię optyki scalonej na platformie fosforku indu. Projekty zrealizowano dzięki współpracy z dwoma instytucjami, a mianowicie SMART Photonics i Fraunhofer Heinrich Hertz Institute. Do prac projektowych wykorzystano program OptoDesigner dostarczony przez firmę Synopsys. Przygotowano trzy generacje projektów OLT in ONU. Dwie pierwsze generacje wykonano we współpracy z firmą SMART Photonics zaś ostanią generację we współpracy z SMART Photonics i Fraunhofer Heinrich Hertz Institute. W ostatniej generacji uwzględniono wytyczne dotyczące procesu packagingu podane przez firmę Cordon Electronics. Wytworzone układy optyki scalonej poddano kompleksowym testom laboratoryjnym. W ramach przeprowadzonych prac badawczych zmierzono charakterystyki spektralne oraz zależność mocy od prądu zasilającego laserów, charakterystyki przejściowe modulatora Macha Zehndera, charakterystykę transmisji modulatora elektroabsorbcyjnego, charakterystyki spektralne multiplekserów AWG, diagramy oka oraz elementową stopę błędu BER (ang. bit error rate).

Ponadto zaprojektowano i przetestowano nadajnik wielokanałowy dla światłowodów kilku-modowych. Nadajnik ten został zrealizowany w technologii optyki scalonej przez SMART Photonics.

W podsumowaniu według mojej opinii postawione zagadnienia zostały rozwiązane przy użyciu właściwych metod zaś przyjęte założenia są uzasadnione.

Ponadto mam kilka pytań odnośnie samego projektu, które w kontekście zrealizowanych zadań wydają mi się warte rozważenia:

1. Czy opracowane układy scalone można umieścić wewnątrz wkładki SFP lub innej stosowanej standardowo w telekomunikacji?
2. Czy rozważono możliwość sterowania zrealizowanych układów optyki scalonej za pomocą układów FPGA?
3. Czy rozważono zastąpienie modulatora zewnętrznego przez bezpośrednią modulację diody laserowej?
4. Czy rozważono detekcję koherentną?

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy polega na opracowaniu węzła OLT i jednostki ONU

dostępowej pasywnej sieci optycznej PON, a także wielokanałowego kilkumodowego nadajnika w technologii optyki scalonej. Samodzielny i oryginalny dorobek autora stanowi zaprojektowanie układów optyki scalonej oraz kompleksowa weryfikacja eksperymentalna poprawności działania zaprojektowanych i zrealizowanych układów optyki scalonej.

Według mojej opinii uzyskane wyniki nie odbiegają od wyników i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

W mojej opinii wyniki są przedstawione w sposób poprawny i przekonujący. Liczne rysunki ułatwiają zrozumienie prezentowanych zagadnień. W sposób poprawny wykorzystano tabele i różne rodzaje wykresów w celu poparcia wniosków. Jednakże w kilku miejscach trudno jest przeczytać tekst umieszczony na rysunkach gdyż użyta czcionka jest zbyt mała. Na przykład, na stronie 58 na rysunku 23 czcionka jest tak mała, iż trudno jest przeczytać tekst bez szkła powiększającego. Podobny problem występuje na stronie 80, rys.38, 93, rys. 49, 105, rys. 59, 110, rys. 64, 122, rys.75. Ponadto na stronie 141, rysunek 92 kolory kropek są tak dobrane, że nie można rozróżnić wyników otrzymanych dla przypadku 10 Gbit/s: B2B i 5 km.

6. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynieryjno-technicznych?

W ramach przeprowadzonych badań opracowano węzeł OLT i jednostkę ONU dostępowej pasywnej sieci optycznej PON oraz wielokanałowy nadajnik kilkumodowy w technologii optyki scalonej. Według mojej wiedzy żadna firma w Polsce nie ma opracowanej jakiejkolwiek technologii wytwarzania węzłów OLT lub jednostek ONU ani też jakiejkolwiek technologii wytwarzania jakichkolwiek nadajników lub odbiorników optycznych w technologii PON, Ethernet lub WDM. Uważam zatem, że przydatność rozprawy dla nauk inżynieryjno-technicznych jest bardzo duża.

Biorąc pod uwagę przedstawioną rozprawę doktorską stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy. Dlatego wnoszę o przyjęcie niniejszej rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Paśnikowskiej do publicznej obrony.

Stanisław Kujiński