



UNIwersytet MIKOŁAJA KOPERNIKA
Instytut FIZYKI

ul. Grudziądzka 5/7 87-100 TORUŃ

<http://www.fizyka.umk.pl/>

Tel. centr. (48 56) 611 33 10
Sekretariat: (48 56) 622 63 70

Fax (48 56) 622 53 97
e-mail: ifiz@fizyka.umk.pl



Toruń, 14 czerwca 2023 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej magistra Damiana Michalika, zatytułowanej
"Światłowody nanostrukturyzowane ze swobodnie kształtowanym
rozkładem współczynnika załamania", przedstawionej Radzie Dyscypliny
Nauki Fizyczne Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
w Warszawie**

Rozprawa doktorska magistra Damiana Michalika została przygotowana w Zakładzie Fotoniki w Instytucie Geofizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego we współpracy z Łukasiewicz – Instytutem Mikroelektroniki i Fotoniki w Warszawie. Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Rafał Kasztelan, promotorem pomocniczym - dr inż. Alicja Anuszkiewicz, a badania zostały sfinansowane w ramach projektu TEAM-TECH przyznanego przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej, którego kierownikiem jest prof. dr hab. Ryszard Buczyński. Zakres merytoryczny rozprawy obejmuje numeryczne i eksperymentalne badania światłowodów nanostrukturyzowanych, z zamierzeniem tworzenia włókien o swobodnie kształtowanym rozkładzie współczynnika załamania. Tematyka badawcza podjęta w rozprawie jest niezwykle atrakcyjna i aktualna, zarówno z punktu widzenia badań podstawowych, dotyczących własności optycznych włókien zawierających mikro- lub nanoinkluzyje, jak i z punktu widzenia potencjalnych zastosowań w szeregu dziedzin, takich jak sieci kwantowe, obrazowanie, optyka laserowa czy telekomunikacja. Na uznanie zasługuje przedstawiona w rozprawie idea łączenia wiedzy wynikającej z symulacji numerycznych z projektowaniem rzeczywistych nanostrukturyzowanych światłowodów, tak aby uzyskać potencjalnie niezwykle płodne sprzężenie zwrotne między obliczeniami a eksperymentem. W rozwiązywaniu problemów o dużej złożoności, a z takimi przyszło się mierzyć Doktorantowi, podejście takie może doprowadzić do przełomowych wręcz rezultatów.

Jest to druga recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Damiana Michalika, gdyż przy pierwszym spotkaniu z tą rozprawą, stwierdziłem, że „niezależnie od wysokiej oceny podjętego zagadnienia badawczego jako takiego, przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska wymaga poprawy w celu spełnienia warunków wymaganych odpowiednimi przepisami prawa, i w związku z tym – w swojej obecnej wersji – nie pozwala mi na sformułowanie pozytywnej rekomendacji.”

W swojej poprzedniej recenzji, na 10 stronach przedstawiłem całą listę uwag i komentarzy do pierwszej wersji rozprawy doktorskiej mgr. Damiana Michalika. Świadczy to dobitnie o tym, że manuskrypt rozprawy wymagał krytycznej i wnikliwej analizy, skutkiem której musiała być gruntowna poprawa.

Z nieukrywaną przyjemnością stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny poprawiona wersja rozprawy doktorskiej czyni zadość standardom merytorycznym i edytorskim stawianym rozprawom doktorskim. Z zadowoleniem przyjmuję fakt, że Doktorant w stopniu więcej niż adekwatnym przeredagował manuskrypt rozprawy, uwzględniając zdecydowaną większość uwag zawartych w poprzedniej recenzji. Chcę w tym miejscu podkreślić, że sugerowane poprawki dotyczyły nie tylko drobnych, choć irytujących, niedociągnięć redakcyjnych i braku dbałości o prawidłowe wyrażanie myśli, ale także były związane z poważnymi problemami merytorycznymi. Pierwszym z nich był brak wystarczającej analizy naukowej wyników uzyskiwanych na drodze obliczeń numerycznych, a także uzasadnień dla wyboru struktur weryfikowanych eksperymentalnie. W rozprawie brakowało również jakichkolwiek informacji o szacowaniu błędów, dane eksperymentalne zawarte w rozprawie takowych nie zawierały. Podobnie, w informacji zawartych w rozprawie trudno było jednoznacznie określić wkład Doktoranta w powstanie opisywanych wyników badań.

Merytoryczna część rozprawy zawarta jest w rozdziałach od 6. do 9., w których przedstawiono, odpowiednio, zagadnienia dotyczące badań swobodnie kształtowanego światłowodu hybrydowego, włókna ze sztuczną anizotropią rdzenia utrzymującego polaryzację, pasywnego światłowodu o dużym polu modowym, który utrzymuje polaryzację, oraz kilkumodowego światłowodu do systemów multipleksacji opartej na modach przestrzennych. Niektóre z tych eksperymentów mają charakter czysto teoretyczny, ale na szczególne podkreślenie zasługują te, które w oparciu o wyniki obliczeń skutkowały eksperymentalną realizacją odpowiednich włókien światłowodowych.

W mojej ocenie najciekawsze wyniki spośród zawartych w rozprawie dotyczą badań nad włóknem utrzymującym polaryzację z rdzeniem o sztucznej anizotropii wymuszonej odpowiednią nanostrukturyzacją. Jest to też zagadnienie zaprezentowane w rozprawie w sposób najbardziej kompletny, obejmujący obliczenia numeryczne, wytworzenie odpowiednio zaprojektowanych włókien i ich szczegółową charakteryzację pod kątem oczekiwanych właściwości. Zaproponowane rozwiązanie stanowi jakościowo nowe podejście, oparte o zastosowanie w rdzeniu kołowym struktury paskowej, wprowadzającej sztuczną anizotropię materiału. Opracowana metoda skutkuje uzyskaniem włókna o znacznie szerszym zakresie pracy jednomodowej przy jednoczesnym zachowaniu kompatybilności ze światłowodami telekomunikacyjnymi. Co również jest niezwykle istotne, Doktorant wykazał, że uzyskany

światłowodów może zostać wydajnie sprzężony z typowym światłowodem wykorzystywanym w telekomunikacji. Chcę podkreślić, że za niezwykle wartościowe uważam holistyczne podejście przyjęte przy realizacji tego projektu badawczego, które polega na silnym sprzężeniu między symulacjami numerycznymi a eksperymentalną weryfikacją zamodelowanych struktur światłowodowych.

Wynikiem badań prowadzonych w trakcie realizacji projektu doktorskiego jest 7 publikacji w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym o dużym znaczeniu dla społeczności naukowców zajmujących się optyką światłowodową. W trzech pracach Doktorant jest pierwszym autorem. Jest to bardzo dobry wynik, który wskazuje na umiejętność podejmowania ważkich zagadnień naukowych, istotnych dla rozwoju technologii optycznych.

W obecnej, poprawionej wersji, rozprawa doktorska przygotowana przez magistra Damiana Michalika jest dziełem kompletnym, w jasny sposób prezentującym dokonania Doktoranta w zakresie numerycznych i eksperymentalnych badań światłowodów nanostrukturizowanych, z zamierzeniem tworzenia włókien o swobodnie kształtowanym rozkładzie współczynnika załamania. Uzyskane wyniki wskazują, że cel postawiony w rozprawie został w pełni zrealizowany. Opisane eksperymenty są imponujące, zarówno w odniesieniu do symulacji jak i metod wytwarzania zaawansowanych układów światłowodowych o swobodnie kształtowanym rozkładzie współczynnika załamania. Jestem przekonany, że tego typu technologie znajdą zastosowanie w transmisji danych w telekomunikacji i sieciach kwantowych. Podsumowując, przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia z nadmiarem kryteria ustawowe i zwyczajowe stawiane kandydatom w postępowaniu o nadanie stopnia doktora. W związku z tym, z pełnym przekonaniem rekomenduję dopuszczenie mgr. Damiana Michalika do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauki fizyczne.

Kierownik
Katedry NanoFotoniki

Sebastian Mackowski.ki



UNIwersytet MIKOŁAJA KOPERNIKA
INSTYTUT FIZYKI

ul. Grudziądzka 5/7 87-100 TORUŃ

<http://www.fizyka.umk.pl/>

Tel. centr. (48 56) 611 33 10
Sekretariat: (48 56) 622 63 70

Fax (48 56) 622 53 97
e-mail: ifiz@fizyka.umk.pl



Toruń, 5 sierpnia 2022 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej magistra Damiana Michalika, zatytułowanej
"Światłowody nanostrukturyzowane ze swobodnie kształtowanym
rozkładem współczynnika załamania", przedstawionej Radzie Dyscypliny
Nauki Fizyczne Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
w Warszawie**

Rozprawa doktorska magistra Damiana Michalika została przygotowana w Zakładzie Fotoniki w Instytucie Geofizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego we współpracy z Łukasiewicz – Instytutem Mikroelektroniki i Fotoniki w Warszawie. Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Rafał Kasztelaniec, promotorem pomocniczym – dr inż. Alicja Anuszkiewicz, a badania zostały sfinansowane w ramach projektu TEAM-TECH przyznanego przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej, którego kierownikiem jest prof. dr hab. Ryszard Buczyński. Zakres merytoryczny rozprawy obejmuje numeryczne i eksperymentalne badania światłowodów nanostrukturyzowanych, z zamierzeniem tworzenia włókien o swobodnie kształtowanym rozkładzie współczynnika załamania. Tematyka badawcza podjęta w rozprawie jest niezwykle atrakcyjna i aktualna, zarówno z punktu widzenia badań podstawowych, dotyczących własności optycznych włókien zawierających mikro- lub nanoinkluzyje, jak i z punktu widzenia potencjalnych zastosowań w szeregu dziedzin, takich jak sieci kwantowe, obrazowanie, optyka laserowa czy telekomunikacja. Na uznanie zasługuje przedstawiona w rozprawie idea łączenia wiedzy wynikającej z symulacji numerycznych z projektowaniem rzeczywistych nanostrukturyzowanych światłowodów, tak aby uzyskać potencjalnie niezwykle płodne sprzężenie zwrotne między obliczeniami a eksperymentem. W rozwiązywaniu problemów o dużej złożoności, a z takimi przyszło się mierzyć Doktorantowi, podejście takie może doprowadzić do przełomowych wręcz rezultatów.

Niezależnie od wysokiej oceny podjętego zagadnienia badawczego jako takiego, przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska wymaga poprawy w celu spełnienia warunków wymaganych odpowiednimi przepisami prawa, i w związku z tym – w swojej obecnej wersji – nie pozwala mi na sformułowanie pozytywnej rekomendacji. Jestem jednak przekonany, że uzupełnienie części merytorycznej pracy o zagadnienia wyszczególnione i opisane w dalszej części recenzji, przyczyni się do jakościowej poprawy tej dysertacji doktorskiej.

Zanim przejdę do dyskusji szczegółowej, chciałbym odnieść się do ogólnego wrażenia, które wywołuje lektura tej rozprawy doktorskiej. Jest ono niezbyt pozytywne, bo choć z całą pewnością rozprawa ta została napisana, to trudno uwierzyć, aby została kiedykolwiek przez kogośkolwiek przeczytana. Przy czym przez słowo „przeczytana” rozumiem krytyczną i wnikliwą analizę manuskryptu. Ilość błędów ortograficznych, gramatycznych, interpunkcyjnych, a także stylistycznych, jest ogromna, co na pewno nie ułatwia lektury, a miejscami – nie ukrywam – może czynić ją doświadczeniem irytującym. W wielu miejscach Autor posługuje się żargonem, który w rozprawie naukowej jest niedopuszczalny. Wreszcie, niektóre spośród rozdziałów zostały napisane w stylu pobieżnego raportu podsumowującego dzień pracy w laboratorium.

Na wstępie chciałbym zwrócić uwagę na strukturę rozprawy. Jest ona podzielona na rozdziały, które następnie są rozbite na podrozdziały. Czasami te podrozdziały mają osobną numerację, a czasami są jej pozbawione. Trudno zrozumieć klucz, na podstawie którego zostało dokonane to rozróżnienie.

Poniżej przedstawiam szczegółową, choć na pewno niepełną listę uwag, poprawek, komentarzy i pytań:

Strona 2 – powinno być „rolę”

Strona 4 – powinno być „Jedną”

Strona 4 – powinno być „niemożliwe”

Strona 4 – quazi to marka obuwia

Strona 5 – co to jest „koniec bliskiej podczerwieni”? Może lepiej posłużyć się informacją ścisłą.

Strona 5 – pełne zdanie z rozprawy: „W tym do wytwarzania światłowodów przy wykorzystaniu metody nanostrukturyzacji”.

Strona 6 – powinno być „próbę”

Strona 6 – „Wanga ze współpracownikami” vs. „Sillarda i in.” na kolejnej stronie. Proponuję ujednolicić format.

Strona 10 – publikacja 7 nie posiada wskazania czasopisma

Strona 12 – zdanie: „Niniejszy rozdział wprowadza teoretyczne podstawy, które są niezbędne do pełnego zrozumienia dalej przedstawianych treści, wsparte praktycznymi przykładami.”

Strona 12 – wektory E, H, B czy D nie mogą być nazywane właściwościami fizycznymi

Strona 13 – równania (2.5) i (2.6) wiążą ze sobą wektory, wbrew temu, co jest napisane w rozprawie

Strona 13 – czasami wymiar danej wielkości umieszczono w nawiasach zwykłych, a czasami w kwadratowych. Na tej stronie – w zwykłych.

Strona 14 – „przenikalnością elektryczną i magnetyczną” próżni

Strona 15 i 16 – czy wielkością zdefiniowaną przez równanie (2.27) jest częstość czy częstotliwość znormalizowana?

Strona 16 – czy stała propagacji jest stała, czy też jest zmienną zależną od rozważanego modu?

Strona 17 – powinno być „określające”

Strona 20 – rozwinięcia anglojęzycznych skrótów zwykle w rozprawie były zapisane kursywą, a w kilku miejscach manuskryptu formatowanie czcionki jest inne

Strona 21 – powinno być „Została ona oparta”, a także „uwzględniając”

Strona 23 – co to jest „branża telekomunikacji”?

Strona 23 – powinno być „za straty są”

Strona 24 – „stan polaryzacji światła propagowany światłowodem” to chyba zbyt lapidarny opis

Strona 24 – efekt Ramana jest efektem liniowym, a nazwisko drugiego uczonego zostało błędnie napisane

Strona 25 – powinno być „Charakterystyczna” i „którą”

Strona 25 – na Rys. 2.6c) jest tylko jeden przekrój

Strona 26 – „Aktualnie zademonstrowane struktury osiągnęły dwójłomność” – co to oznacza?

Strona 26 – powinno być „dwójłomności”

Strona 27 – powinno być „przewidzianemu”

Strona 27 – skrót MIMO został zdefiniowany wcześniej, na stronie 7

Strona 28 – powinno być „wewnątrzmódowej”

Strona 30 – dla zrozumienia szczegółów zawartych w opisie metody nanostrukturyzacji wielką pomocą byłyby zdjęcia lub chociaż schematyczne rysunki. W znaczący sposób przyczyni się to do przejrzystości wyводу.

Strona 30 – powinno być „rolę”

Strona 31 – „Na przestrzeni ubiegłych ponad stu latach”

Strona 31 – w rozprawie pojawiają się różne formy narracji, czasami jest to forma bezosobowa, czasami jest to pierwsza osoba liczby mnogiej...

Strona 31 – co oznacza sformułowanie, że „rozpatrywane dipole mają kształt sfery”?

Strona 32 – czasami w rozprawie kolejny paragraf rozpoczyna się wcięciem, a czasami takiego wcięcia nie ma

Strona 32 – „otrzymane w ten sposób równanie jest prawdziwe dla cząsteczek znacznie mniejszych od długości fali.” Jakich cząsteczek dotyczy ten opis?

Strona 33 – pierwszy akapit, rozpoczynający się od słów: „W powyższym równaniu..” jest pozbawiony sensu

Strona 33 – sugeruję użycie innego sformułowania niż „Nie da się”

Strona 33 – dlaczego Autor zastosował wytluszczenie czcionki?

Strona 33 – użycie nawiasu „(w którym autor pracy pracował)”, pomijając styl tego zdania, jest nieuzasadnione, jak ma to zresztą miejsce w wielu przypadkach w ocenianej rozprawie.

Strona 34 – „nie są przedmiotem w ramach tej rozprawy”, „pręt szklany jest bezpośrednio po syntezie”, „a robi się to argonem”, „W zależności od używanych materiałów, dla każdego materiału należy przygotować oddzielny proces ze względu na różne parametry kompozycji szkła, które wpływają na temperaturę pieca, prędkość podawania i wyciągania pręta.” – opis w tym podrozdziale jest daleki od ideału i na pewno nie odpowiada minimalnym standardom stawianym rozprawom naukowym. Jak parametr kompozycji szkła wpływa na temperaturę pieca?

Strona 35 – co to są „umiejętności manualno-sensoryczne”?

Strona 35 – powinno być „wyciągania”

Strona 35 – co to jest „przeskalowanie struktury do rzędów nanometrowych”?

Strona 35 – na czym polega „zachowanie wszelkich możliwych środków czystości”?

Strona 35 – co to jest „utwardzająca lampa ultrafioletowa”?

Strona 36 – „podgrzane przez piec cząsteczki szkła”...

Strona 36 – „Z teoretycznego punktu widzenia, podgrzane przez piec cząsteczki szkła mają wysokie energie i na granicach z łatwością przemieszczają się i mieszają pomiędzy sobą, podczas gdy w trakcie schładzania, dążąc do osiągnięcia równowagi termodynamicznej, zostają w zmienionych miejscach.” – jedno ze zdań, które można określić mianem majstersztyk

Strona 36 – Opis w pierwszym akapicie podrozdziału 3.2.2 stanowi odkrycie Autora czy został wcześniej opublikowany? Jeżeli został on opublikowany, to niezbędny jest odnośnik literaturowy, odnośniki literaturowe przydałyby się także w kilku kolejnych akapitach.

Strona 37 – zdanie: „Co nie wyklucza możliwości uzyskania większych domieszkowań F w krzemionce.”

Strona 38 – Rys. 3.3 nie jest zupełnie opisany. Znajdują się na nim trzy krzywe, z których jedna jest ledwo widoczna. Umieszczanie rysunków, które nie są omówione, pozbawione jest sensu.

Strona 39 – powinno być „niskostratnych”

Strona 40 – na czym ma polegać „pełniejsze wykorzystanie pompy”?

Strona 41 – co oznacza sformułowanie „implementować szkła”?

Strona 41 – co to jest „gęstość stałej sieci”?

Strona 42 – Rys. 4.1 jest nieopisany

Strona 42 – co to jest „wolna przestrzeń” i czym się różni od „pustej przestrzeni”?

Strona 43 – powinno być „część”

Strona 44 – powinno być „absorpcję”

Dwa ostatnie akapity (pod)rozdziału 4.1 są napisane w sposób publicystyczny, który nie odpowiada standardom rozprawy naukowej. Opisy w nich przedstawione pozbawione są informacji uzasadniającej zawarte w nich tezy. Kto prowadził wielokrotne analizy? Czy one są wynikiem oryginalnym tej rozprawy czy zostały opublikowane? Jeśli są one wynikiem oryginalnym, to powinny zostać opisane w odpowiedniej części rozprawy. Jeśli natomiast są to wyniki uzyskane wcześniej, to powinien się tutaj znaleźć odnośnik do literatury przedmiotu. W przeciwnym razie można odnieść wrażenie, że czytelnik powinien przyjąć informacje podawane w tych dwóch akapitach na wiarę. Przykładów tego rodzaju podejścia jest w niniejszej rozprawie więcej, i jest to jeden z trzech głównych powodów mojej ostatecznej konkluzji dotyczącej spełnienia przez tę rozprawę prawnie określonych kryteriów.

Strona 45 – nie można diametralnie ograniczyć kosztów

Strona 45 – nazwisko Sellmeier w przypadkach zależnych czasami pisane jest z apostrofem, a czasami bez

Strona 45 – „wiele niezbędnych wniosków istotnych”

Strona 52 – dlaczego przetestowano jedynie część projektów światłowodów? Z lektury rozprawy można się dowiedzieć, że światłowod opisany w rozdziale 8 również został wytworzony, a uzyskane dla niego wyniki – opublikowane. Autor rozprawy jest współautorem tej publikacji, ale żadnego opisu wyników eksperymentalnych, nawet pobieżnego, w rozprawie nie zamieścił. Jest to zupełnie niezrozumiałe.

Strona 52 – w ogólności nie jest prawdziwym stwierdzenie, że w przypadku dielektryków, w celu wykorzystania techniki SEM, konieczne jest napylenie cienkiej warstwy przewodzącej

Rys. 5.1 – skala na zdjęciach wykonanych techniką SEM jest nieczytelna

Strona 53 – powinno być „pochodzącego”

Strona 53 – co oznacza „zrobionych przez SEM”? Drugi akapit na tej stronie również można określić mianem majstersztyku. Pomiar technikami skaningowej mikroskopii elektronowej jest jedną z najważniejszych metod stosowanych w tej rozprawie. Pozwala on na określenie struktury i, w konsekwencji, na przeprowadzenie obliczeń „sprawdzających” dla struktury zbliżonej do rzeczywistej. Wielkie zdziwienie budzi zatem fakt, że technika ta nie została opisana w rozprawie. Poza informacją, że wykorzystywano dwa urządzenia, nie wiadomo nic więcej. Szczegółowa informacja na temat tego, jak zostały przeprowadzone pomiary SEM jest niezbędna, włączając w to przygotowanie próbek, użyte napięcia, powiększenia, etc. Czy rzeczywiście na powierzchnię światłowodu była naniesiona cienka warstwa przewodząca?

Strona 54 – podpis pod Rys. 5.2 jest błędny

Strona 54 – „promieniowanie optyczne” „zostało wprowadzone”

Strona 54 – w jaki sposób podstawa obrazu z kamery CCD pozwala na stwierdzenie czy został pobudzony FM?

Strona 55 – „działanie zaprojektowanej koncepcji”

Strona 55 – co to jest „struktura projektowana w procesie technologicznym”?

Rys. 5.3 – w jaki sposób schemat układu wykorzystuje interferometr?

Strona 56 – równanie (5.7) – brak opisu symboli

Strona 56 – powinno być „dyspersję”

Strona 57 – skrót OPD napisany kursywą

Strona 57 – co oznacza sformułowanie, że OPD jest zależne od długości fali w ramach współczynników załamania?

Strona 57 – co to jest „niska droga optyczna”?

Strona 57 – do czego odnosi się zaimek „jej” połączony ze słowem „rejestracja”?

Strona 57 – zdanie: „Przy wykorzystaniu odpowiedniej długości badanego światłowodu (w naszym przypadku kilkunastocentymetrowe odcinki) można zastosować metodę śledzenia charakterystycznego prążka interferencyjnego (Rys. 5.4a) przedstawia prążek dla długości fali 800,58 nm) oznaczającego, że różnica dróg optycznych liczona dla grupowego współczynnika załamania n_g w dwóch torach jest tożsama dla wybranej długości fali”. Majstersztyk.

Rys. 5.4b) – jaka jest skala dla krzywej o kolorze czerwonym?

Strona 58 – przydałby się odnośnik do informacji o zerze dyspersji dla światłowodu SMF-28

Strona 59 – co oznacza skrót ASE? Inne podobne przykłady to OSA i ZEBRA – brak ich w wykazie skrótów

Strona 60 – powinno być „on”

Strona 60 – zdanie: „Zamiana miejscami zmiennych i rozszerzenie efektywnego promienia do efektywnego pola modowego jest dana następującym wzorem”, poza brakiem sensu w tym zdaniu, powinno być „dane są”

Rys. 5.7 – podpis jest niewłaściwy

Strona 61 – „można zastosować dwie metody zmierzenia Rys. 5.7a) i 5.7b)” – jak można zmierzyć rysunki?

Strona 62 – „Widmo jest filtrowane analizatorem A i rejestrowane w OSA do dalszej analizy”.

Strona 62 – co oznacza „Za pomocą dowolnego narzędzia przykładą się punktowo siłę”?

Ostatni akapit podrozdziału 5.5 jest niejasny.

Strona 63 – jak to możliwe, że stosunek ekstynkcji polaryzacji jest mierzony w dB? To powinna być wielkość bezwymiarowa.

Strona 63 – „wiązka pada na miernik mocy”

Strona 64 – co oznacza, że „mod jest dobrze trzymany”?

Strona 64 – czy to są mikroinkluzyje, nanoinkluzyje czy inkluzyje?

Strona 64 – co oznacza, że „W ramach ww. zależności rozdział przedstawia”?

Strona 64 – powinno być „dyspersji”

Strona 64 – co to są „różne poziomy domieszki dla różnych długości fal”?

Strona 64 – powinno być „dyspersję”

Strona 64 – jakie są ograniczenia technologiczne w podrozdziale 3.2.2?

Byłoby niezwykle cenne, biorąc pod uwagę chaotyczny i niespójny opis, zamieszczenie schematycznego rysunku struktury wykorzystanej w obliczeniach numerycznych

Strona 65 – Rys. 6.1 – czy to jest wynik, którego się spodziewano? W tekście brakuje jakiegokolwiek oceny w tym zakresie. Zresztą opis tego rysunku jest bardzo słaby. Co oznacza pojęcie „relatywnie płaska”? Co to jest „krótsza część spektrum”? Przykład zdania, które jest po prostu kompletnie bez sensu: „Gdy dla $1,55\ \mu\text{m}$ (czerwona linia) A_{eff} przejawia podobne zachowanie jak zaobserwowane czarna krzywa w pierwszej sekcji, dla modu przy $\lambda = 800\ \text{nm}$ krzywa jest relatywnie płaska.”

Strona 65 – powinno być „(żółty i czerwony obszar)”

Strona 65 – powinno być „Zależność”

Strona 65 – na właściwości optyczne czego ma istotny wpływ poziom domieszki?

Strona 65 – jeszcze jeden przykład zdania: „Badana struktura jest klasycznym krzemionkowym światłowodem skokowym z domieszkowanym germanem rdzeniem o promieniu rdzenia $1,4\ \mu\text{m}$.”

Czy struktura światłowodu jest domieszkowana dwutlenkiem germanu czy germanem? I którego z tych materiałów dotyczy wartość procentu molowego podawanego w rozprawie?

Dlaczego na Rys. 6.2 wybrano właśnie te trzy długości fali: $800\ \text{nm}$, $1550\ \text{nm}$ i $2000\ \text{nm}$?

Strona 66 – powinno być „długości fali”

Rys. 6.3 – co oznacza czerwony i niebieski kolor na tym rysunku? W opisie nie ma takiej informacji. Podobnie jak trudno znaleźć w rozprawie naukowe uzasadnienie dla takiego a nie innego wyboru struktur światłowodowych, ograniczając się do stwierdzenia, że „ostatecznie został zademonstrowany scenariusz”.

Strona 67 – co to jest „światło $800\ \text{nm}$ ”?

W drugim akapicie podrozdziału 6.2 na pewno powinno być odniesienie do Rys. 6.4 a nie 7.4.

Strona 67 – powinno być „spowodowany”

Wbrew temu, co zostało napisane w trzecim akapicie podrozdziału 6.2, na Rys 6.2a) nie ma przedstawionych obliczeń dla struktury z pierścieniem.

Strona 67 – powinno być „Przejścia”

Wyniki obliczeń przedstawione na Rys. 6.4 nie są zanalizowane pod kątem typowych zachowań, trendów w zależności od zmienianych parametrów, ani zgodności z oczekiwaniami. Powoduje to, że trudno jest zrozumieć logikę wyborów dokonywanych w celu weryfikacji eksperymentalnej możliwości kontroli (zmiany) współczynnika załamania i innych własności nanostrukturyzowanych światłowodów optycznych. Podobnie jak trudno jest zrozumieć brak w rozprawie wyników obliczeń przeprowadzonych dla światłowodu hybrydowego dla koncentracji domieszki odpowiadającej wartości eksperymentalnej.

Strona 69 – zdanie: „W przeciwieństwie do metody nanostrukturyzacji, która jest preferowana w przypadku dyskretnych inkluzji i nie jest ona ograniczona przez powyższe czynniki.”

Strona 70 – czym się różni charakterystyka płaska od „ultrapłaskiej”?

Rys. 6.8 – w podpisie powinno być „średnicę”

Strona 73 – powinno być „koncentrację”

Strona 74 – inne oznaczenie rysunku, w zgodzie z poprzednią notacją powinno być (Rys. 6.10 b)).

Strona 74 – co oznacza sformułowanie „mniej niezawodnie utrzymuje HOM”?

Strona 74 – powinno być „zewnętrzną średnicę”

Na Rys. 6.12 przedstawione są zdjęcia światłowodu otrzymane przy użyciu mikroskopu optycznego i skaningowego mikroskopu elektronowego. Czym się różni zdjęcie trzecie od czwartego? Jaka jest skala na tych zdjęciach? Czy są to zdjęcia uzyskane dla najwyższych możliwych powiększeń? Co oznacza sformułowanie „adekwatnie zbliżone”?

Strona 76 – naprawdę nie wiem, jak miałbym zrozumieć następujące zdanie i jaką ono niesie informację: „Średnica płaszcza w wyprodukowanej wersji jest dwukrotnie większa niż planowana z powodu nieokreślonego konkretnie skalowania podczas wyciągania subpreformy, ale nie ma to dalszego wpływu na rozważane właściwości optyczne w niniejszym rozdziale.”

Strona 76 – jaka była rozdzielczość techniki SEM? Czy wartości podane w Tabeli 6.1 obarczone są błędem?

Strona 76 – z jakich przesłanek wynika wybór zakresów spektralnych i długości fal dla eksperymentów opisanych w podrozdziale 6.5.1?

Strona 78 – dane eksperymentalne na Rys. 6.14 jak i na innych rysunkach nie posiadają błędów. Dlaczego? Dlaczego wyniki uzyskane dla „konceptja teoretyczna” są lepsze niż „obliczenia SEM”? Co to są obliczenia SEM? Co to jest adaptacja SEM?

Jak został przeprowadzony pomiar opisany w drugim akapicie na stronie 78? W rozprawie nie przedstawiono żadnych danych pomiarowych, ograniczając się do zbiorczego wykresu zawierającego już dane zanalizowane.

Strona 79 – akapit pod Rys. 6.15 jest zastanawiający, w szczególności niczym nie poparte przewidywanie, że wzrost (niewystępujący) wielkości pola modowego mógłby zostać potwierdzony, gdyby został zmierzony. Na jakiej podstawie zostało wysnute jakie przewidywanie?

Strona 79 – „temat wymaga dalszych badań” – to żargon

Rys. 6.16 – jak wyglądały oryginalne dane przed uśrednieniem? Dlaczego fakt występowania silnej tłumienności dla długości fali $1.38\ \mu\text{m}$ nie jest dyskutowany?

Strona 80 – na czym polega „wprowadzenie źródła superkontinuum bezpośrednio do badanego włókna, a następnie do analizatora”?

Strona 80 – zdanie: „Ponadto wcześniej realizowane obliczenia numeryczne efektywnych współczynników HOM (Rys 6.10a)) przedstawiają zbliżone wartości, co może prowadzić do przecięcia ich przebiegu, a wtedy moc może swobodnie przenikać pomiędzy modami.”

Strona 81 – powinno być (Rys. 6.17)

Strona 81 – co to są narzędzia skoncentrowane na długości fali? Co to jest problematyczny zakres?

Rys. 6.18 jest opisany bardzo pobieżnie, w szczególności nie dostrzegam na nim okresowości wspomnianej przez Autora. Co to jest „krótka długość włókna”?

Strona 83 – co to są „szkła krzemiankowe”?

Strona 84 – powinno być „game”

Strona 85 – co to oznacza: „projekt umożliwi przewyciężyć problemu wersji ze szkieł miękkich”

Strona 87 – co to jest „domieszka większa niż 12 mol.%”?

W kolejnych rozdziałach również jest wiele podobnych błędów, ale pozostawię to już wnikliwości i skrupulatności Doktoranta, aby te błędy odszukać i wprowadzić odpowiednie poprawki.

Podsumowując, w przedstawionej mi formie, rozprawa nie spełnia kryteriów stawianych rozprawom doktorskim, w związku z tym moja konkluzja jest warunkowo pozytywna, a sam manuskrypt powinien zostać gruntownie poprawiony. Sugerowane poprawki dotyczą nie tylko drobnych, choć irytujących, niedociągnięć redakcyjnych i braku dbałości o prawidłowe wyrażanie myśli, ale także są związane z poważnymi problemami merytorycznymi. Pierwszym z nich jest brak wystarczającej analizy naukowej wyników uzyskiwanych na drodze obliczeń numerycznych, a także uzasadnień dla wyboru struktur weryfikowanych eksperymentalnie. W rozprawie brakuje również jakichkolwiek informacji o szacowaniu błędów, dane eksperymentalne zawarte w rozprawie takowych nie zawierają. Nie jest również jasne, dlaczego nie zostały przeprowadzone obliczenia numeryczne dla światłowodu hybrydowego o

parametrach zgodnych z technologicznymi, zwłaszcza w odniesieniu do koncentracji domieszki germanowej. Podobnie niejasnym jest brak jakiegokolwiek dyskusji wyników doświadczalnych dla światłowodu opisanego w rozdziale 8, choć Autor uczestniczył w tych pracach. Niezbędne jest też przedstawienie kompletnej informacji o technice SEM wykorzystanej do badań. Nie rozumiem też na czym polegało wsparcie ze strony Autora w procesach wytwarzania i w analizie eksperymentalnej zaprojektowanych włókien. Informacja dotycząca wkładu Doktoranta w powstanie opisywanych w rozprawie wyników badań nie powinna budzić żadnych wątpliwości.

Rozprawa doktorska przygotowana przez magistra Damiana Michalika jest dziełem niekompletnym, wymagającym dalszej uważnej pracy. Wyniki opisanych eksperymentów wydają się być solidnym wkładem w badania dotyczące nanostrukturyzowanych światłowodów, ale rozprawa w obecnym kształcie nie pozwala na wystawienie pozytywnej rekomendacji. Uwagi przytoczone w recenzji w mojej opinii w jednoznaczny sposób to potwierdzają. Moja konkluzja jest zatem warunkowa, wskazująca na kwestie wymagające poprawy w rozprawie doktorskiej w celu spełnienia kryteriów stawianych w postępowaniu o nadanie stopnia doktora.



Sebastian Mackowski