

# Nasz LIDER NAUKI

Pod koniec czerwca br. dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju prof. dr hab. inż. Krzysztof Jan Kurzydowski przyznał stypendia w III edycji programu LIDER, adresowanego do „młodych” doktorów mających „imponujący dorobek naukowy” oraz mających pomysł na projekt badawczy o charakterze innowacyjnym z budżetem do 1,2 mln PLN. W gronie 38 laureatów konkursu, za projekt pt. „Nanostruktury plazmonowe do zastosowań w fotowoltaice i optoelektronice”, znalazł się kpt. dr inż. Piotr Nyga – asystent z Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej.

Celem Programu LIDER jest poszerzenie kompetencji młodych naukowców w samodzielnym planowaniu, zarządzaniu oraz kierowaniu własnym zespołem badawczym, podczas realizacji projektów posiadających możliwość wdrożenia w gospodarce.

Program LIDER służy także stymulowaniu współpracy naukowców z przedsiębiorstwami, poprzez umożliwienie realizacji badań o potencjale komercyjnym i wdrożeniowym, stymulowanie mobilności międzysektorowej, międzyuczelnianej oraz między jednostkami naukowymi.

W III edycji programu LIDER o finansowanie mogły się ubiegać osoby, które nie ukończyły 35. roku życia; posiadają stopień

doktora uzyskany nie wcześniej niż 5 grudnia 2006 r. (5-letni okres od obrony doktoratu do daty ogłoszenia konkursu może zostać wydłużony o udokumentowany okres korzystania z urlopu macierzyńskiego/ojcowskiego lub wychowawczego w tym okresie) bądź ukończone studia II stopnia (w tym przypadku kandydaci powinni udokumentować zatrudnienie w placówce innej niż naukowa, np. w przemyśle); pozyskają do współpracy jednostkę prowadzącą działalność badawczo-naukową w Polsce, zwaną „Jednostką goszczącą”, która zatrudni kierownika Projektu oraz członków utworzonego przez niego dla realizacji Projektu zespołu badawczego.

Elżbieta Dąbrowska

## Z kpt. dr. inż. Piotrem Nygą, asystentem w Instytucie Optoelektroniki WAT rozmawia Elżbieta Dąbrowska

• Został Pan jednym z 38 laureatów III konkursu organizowanego przez NCBiR w ramach programu LIDER. Nagrodzono Pana za projekt pt. „Nanostruktury plazmonowe do zastosowań w fotowoltaice i optoelektronice”. Proszę powiedzieć coś więcej o tym projekcie...

Projekt ma na celu opracowanie taniej metody wytwarzania matryc nanostruktur metalicznych, o kontrolowanym położeniu rezonansów plazmonowych w zakresie od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni. Zostaną one zastosowane w połączeniu z półprzewodnikami, krzemem i dwutlenkiem tytanu, do budowy hybrydowych układów fotoczulych na promieniowanie elektromagnetyczne o energii poniżej przerwy energetycznej zastosowanego półprzewodnika. Złote i srebrne nanostruktury plazmonowe

będą wytwarzane za pomocą „litografii cienia”, w której w procesie nanoszenia metalu używa się maski w postaci monowarstwy kulek dielektrycznych. Dobór rozmiaru kulek maski w połączeniu z odpowiednią manipulacją podłoża w czasie procesu parowania próżniowego pozwoli na wytworzenie matryc nanotrójką, nanoprętów, nanodysków i innych struktur na podłożach planarnych. Położenie spektralne rezonansu plazmonowego będzie kontrolowane poprzez wymiary wytwarzanych struktur. Wytworzone hybrydowe układy plazmonowo-półprzewodnikowe mogą znaleźć zastosowanie do konstrukcji nowatorskich ogniw fotowoltaicznych o wyższej, niż obecnie uzyskiwana, sprawności poprzez konwersję na fotoprąd promieniowania o energii poniżej przerwy energetycznej półprzewodnika.

Mogą być także wykorzystane do budowy czulych na polaryzację fotodetektorów o niespotykanych wcześniej specyficznych właściwościach spektralnych.

• Mówi Pan o strukturach i rezonansach plazmonowych, proszę przybliżyć Czytelnikom te pojęcia.

Najprościej będzie chyba zacząć od wyjaśnienia pojęcia „plazmonika”. Jest to niezwykle dynamicznie rozwijająca się w ostatnich latach dziedzina fizyki. Zajmuje się oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego ze strukturami metalicznymi o wymiarach rzędu 10-100 nanometrów. Chmura elektronów swobodnych w nanocząstkach metali szlachetnych może oscylować pod wpływem padającej fali elektromagnetycznej. Dla pewnych częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego oscylacje te będą w rezonansie z falą wymuszającą. Takie zjawisko nazywa się zlokalizowanym powierzchniowym rezonansem plazmonowym (z ang. *Localized Surface Plasmon Resonance* – LSPR). Położenie spektralne tego rezonansu zależy od rodzaju metalu, geometrii i rozmiaru nanostruktury i materiału ją otaczającego. W rezonansie nanocząstki plazmonowe bardzo silnie oddziałują z promieniowaniem elektromagnetycznym. Mogą je absorbować, rozpraszać lub koncentrować jego energię w swoim najbliższym otoczeniu – w obszarach o nanometrowych rozmiarach – gorących punktach (z ang. *hot spots*). Substancje znajdujące się w tej objętości odczuwają dużo wyższe lokalne pole elektromagnetyczne – zmodyfikowane przez nanostrukturę plazmonową.



Kpt. dr inż. Piotr Nyga przy pracy w laboratorium Zakładu Technologii Optoelektronicznych IOE WAT

Dzięki tym właściwościom nanostruktury plazmonowe znajdują zastosowanie i są badane pod kątem użycia w wielu aplikacjach cywilnych i wojskowych.

• **Co było atutem projektu? Dlaczego został on nagrodzony?**

Na ocenę końcową projektu składa się wiele ocen cząstkowych, takich jak np. wartość merytoryczna i aplikacyjna projektu, dorobek kierownika, czy jednostka goszcząca. Wydaje mi się, że jednym z głównych atutów złożonego przeze mnie projektu jest potencjał aplikacyjny oczekiwanych wyników. W ostatnich latach rośnie nacisk na wykorzystywanie alternatywnych źródeł energii, co pozwoli na częściowe uniezależnienie się od paliw kopalnych, których zasoby są ograniczone. Jednym z rozwiązań może być wykorzystanie energii słonecznej do generacji prądu. Baterie słoneczne umożliwiają mobilność i niezależność od sieci elektrycznej, co może być niezwykle istotne dla wielu zastosowań cywilnych i wojskowych. Połączenie struktur plazmonowych i półprzewodników powinno umożliwić uzyskanie wyższej sprawności ogniw fotowoltaicznych oraz konstrukcję nowatorskich detektorów o parametrach i funkcjonalności znacząco lepszych od istniejących obecnie. Na szczególną uwagę zasługuje możliwość wytwarzania modułów detekcyjnych selektywnych na polaryzację światła na poziomie pojedynczych pikseli. Kolejnym bardzo istotnym składnikiem była ocena jednostki naukowej, w której projekt będzie realizowany. Ocena Instytutu Optoelektroniki WAT w tym względzie

była wysoka. Znacząco przyczyniła się do tego aparatura badawcza dostępna w IOE. Korzystając z okazji, dziękuję Dyrekcji Instytutu Optoelektroniki za poparcie mojego wniosku oraz zgodę na realizację projektu.

• **Jakie są szanse na wdrożenie nagrodzonego projektu do gospodarki?**

W projekcie nie przewidziano wdrożenia jako efektu końcowego, niemniej jednak szanse na transfer wiedzy do gospodarki są bardzo duże. Obecnie wiele krajowych i zagranicznych ośrodków naukowych i przemysłowych pracuje nad zastosowaniem struktur plazmonowych w celu poprawy wydajności ogniw fotowoltaicznych i detektorów. „Lokalnym” przykładem jest uczestnictwo podwarszawskiej firmy VIGO System S.A., produkującej niechłodzone, fotonowe detektory podczerwieni, w projekcie PLAISIR „Plasmonic innovative sensing in the IR” finansowanym z 7. Programu Ramowego. Pokazuje to, że na polskim rynku istnieje znaczący potencjał do komercjalizacji wyników projektu.

• **Czy tegoroczny Pański wyjazd do USA związany był właśnie z tym projektem?**

Formalnie nie. Projekt rozpocznie się 1 października tego roku. W czasie tegorocznego dwumiesięcznego pobytu w Purdue University w grupie profesora Vladimira M. Shalaeva prowadziłem głównie badania dotyczące właściwości optycznych struktur plazmonowych wytwarzanych w IOE WAT i struktur wytwarzanych we współpracy z Panią dr hab. Dorotą A. Pawlak z Instytutu

Technologii Materiałów Elektronicznych w ramach kierowanego przez nią projektu MAESTRO „Materiały plazmoniczne nowej generacji” przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki. Podczas stażu udało mi się także zapoznać z nowo zainstalowanym systemem próżniowym umożliwiającym parowanie pod dużym kątem (z ang. *Glancing Angle Deposition* – GLAD). Podobne urządzenie konieczne jest do realizacji mojego projektu. W tym celu planuję doposażenie urządzenia znajdującego się w IOE o moduł GLAD. Uzyskana przeze mnie wiedza i umiejętności pozwolą mi na sprawniejszą realizację projektu LIDER.

• **Czy otrzymane wyróżnienie pomoże Panu w rozwoju dalszej kariery naukowej?**

Oczywiście, że tak. Badania naukowe w obszarach „nano” są kosztowne. Trzyletni projekt opiewający na prawie 1,2 mln złotych pozwala na skupienie się na prowadzeniu prac badawczych przez dłuższy czas, bez konieczności ciągłego zabiegania o finansowanie kolejnych projektów. Ogromnym atutem projektu jest możliwość stworzenia zespołu młodych naukowców do jego realizacji. W tym miejscu chciałbym nadmienić, że wraz z kpt. dr. inż. Bartłomiejem Jankiewiczem rozwijamy w IOE Laboratorium Plazmoniki (<http://plasmon.wat.edu.pl>) i poszukujemy studentów studiów I i II stopnia oraz doktorantów do współpracy w ramach kilku obecnie realizowanych projektów.

**Dziękuję za rozmowę.**

**KPT. DR INŻ. PIOTR NYGA**

urodził się 26 sierpnia 1978 r. w Olsztynie. W roku 1999 ukończył z wyróżnieniem Technikum Elektroniczne w Olsztynie, specjalność systemy komputerowe. Pracę dyplomową obronił na ocenę bardzo dobrą i uzyskał tytuł technika elektronika. W tym samym roku rozpoczął studia na Wydziale Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej na kierunku elektronika i telekomunikacja. Od trzeciego roku studiował według indywidualnego toku nauczania pod opieką merytoryczną prof. dr. hab. Andrzeja Zajęca na kierunku optoelektronika. W maju 2004 r. z wynikiem bardzo dobrym z wyróżnieniem obronił pracę dyplomową pt. „Opracowanie i badanie lasera Er:YAG z modulacją dobroti o podwyższonej częstotliwości powtarzania impulsów”, której promotorem był ppłk dr inż. Marek Skórczakowski i uzyskał tytuł

magistra inżyniera elektronika ze specjalności optoelektronika. Studia wyższe ukończył z oceną bardzo dobrą. Za pracę magisterską uzyskał Nagrodę Rektora Wojskowej Akademii Technicznej za najlepszą pracę magisterską w roku akademickim 2003/2004 oraz II miejsce w Ogólnopolskim Konkursie im. Adama Smolińskiego na najlepszą pracę dyplomową z dziedziny optoelektroniki w roku akademickim 2003/2004.

Studia doktoranckie odbył w Stanach Zjednoczonych na Purdue University w West Lafayette, Indiana w grupie profesora Vladimira M. Shalaeva, gdzie pracował nad wytwarzaniem i laserową modyfikacją nieciągłych warstw metalicznych. W grudniu 2008 r. obronił rozprawę doktorską i od stycznia 2009 r. rozpoczął pracę na stanowisku inżyniera w Zakładzie Technologii Optoelektronicznych Instytutu Optoelektroniki WAT.

Kpt. dr inż. Piotr Nyga jest współautorem 16 artykułów naukowych oraz ponad 30 referatów i komunikatów konferencyjnych. Bazując na doświadczeniu badawczym zdobytym w czasie studiów doktoranckich, rozwinął w IOE techniki próżniowego nanoszenia warstw nanostruktur plazmonowych i chemicznej syntezy cząstek koloidalnych oraz wytwarzania nanokompozytów metaliczno-dielektrycznych.

Obecnie prowadzone prace, w grupie zorganizowanej przez dr. inż. P. Nygę, dotyczą wytwarzania nanostruktur plazmonowych o kontrolowanych właściwościach optycznych metodami parowania próżniowego i w drodze syntezy chemicznej oraz ich wykorzystania do modyfikacji właściwości liniowych i nieliniowych materii, np. w aplikacjach takich jak fotowoltaika czy detekcja substancji chemicznych i biologicznych w zastosowaniach cywilnych i wojskowych.