

### ***Cel projektu***

Celem projektu badawczego jest wytworzenie i scharakteryzowanie metamateriałów złożonych z uporządkowanych łańcuchów nanocząstek metali (Cu, Au, Fe) i tlenków magnetycznych ( $Fe_xO_y$ ) wykazującego funkcjonalne właściwości magnetyczo-plazmone. Metamateriały są obiektami wytworzonymi w laboratorium, których właściwości pochodzą od struktury otrzymanych materiałów i rozmieszczenia w nim nanocząsteczek. Rozmieszczenie nanocząsteczek może być kontrolowane poprzez proces samoorganizacji nanocząstek na specjalnie wyselekcjonowanych podłożach monokrystalicznych. Właściwości optyczne i magnetyczne związane są z odległościami pomiędzy nanocząstkami i ich uporządkowaniem. Wynikiem prac prowadzonych w proponowanym projekcie badawczym będzie uzyskanie nowej wiedzy na temat wzmocnienia efektu powierzchniowego rezonansu plazmonowego, na skutek oscylacji elektronów przewodnictwa, w nowego typu materiałach, dwuskładnikowych metamateriałach na bazie nanocząstek oraz nanocząstek w otoczkach (*ang. core-shell*) oraz możliwości aktywnej kontroli tego typu efektu. Występowanie tego rezonansu oraz dokładne jego rozumienie jest kluczowe dla potencjalnych zastosowań tych materiałów w optoelektronice.

### ***Przyczyny podjęcia się tematyki badawczej oraz opis badań***

Nowe materiały funkcjonalne stosowane jako składniki urządzeń muszą spełniać określone kryteria, wśród których najważniejszymi są efektywność i powtarzalność oraz stabilność układu związane bezpośrednio z materiałem z którego są zbudowane. Dlatego tak ważne jest dogłębne poznanie właściwości tych materiałów i źródła ich pochodzenia. Niedawne badania wykazały, że lepsze właściwości fizykochemiczne m.in. magnetyczne, optyczne oraz elektryczne wytworzonych materiałów można uzyskać poprzez połączenie dwóch różnych materiałów w nanostrukturizowany układ. Przewiduje się, że nanocząstki, zbudowane z dwóch różnych materiałów, będące tematem niniejszego projektu łączą i synergicznie wzmacniają funkcjonalne właściwości magnetyczo-plazmone, co może znacznie ułatwić ich komercyjne zastosowanie.

Materiały plazmone są to zazwyczaj nanostruktury metaliczne, które poprzez lokalizację fali elektromagnetycznej w bardzo niewielkich objętościach powodują powstanie plazmonów. Plazmony są to oscylacje gazu elektronowego. W tego typu materiałach może dochodzić do tzw. zlokalizowanego rezonansu plazmonów powierzchniowych, LSPR, gdy fala elektromagnetyczna o częstotliwości identycznej z częstotliwością drgań zlokalizowanych plazmonów powierzchniowych pada na nanocząstkę. Efekt ten prowadzi do wzmocnienia zjawisk optycznych, co może być wykorzystane do wielu zastosowań w optoelektronice. Możliwość sterowania LSPR daje zmiana częstotliwości rezonansu, związana z wielkością, kształtem, położeniem oraz rodzajem materiału, z którego zbudowane są nanocząstki. Równie istotnym aspektem jest możliwość modyfikowania właściwości plazmone poprzez zewnętrzne pole magnetyczne. W tym celu zaplanowano wykorzystanie magnetycznego materiału do budowy nanocząstek, który pozwoli na aktywną kontrolę właściwości elektrycznych i optycznych.

Przedmiotem badań proponowanego projektu, będzie wpływ uporządkowania i składu nanocząstek oraz nanocząstek w otoczkach zbudowanych na bazie materiałów plazmone: Cu, Au i magnetycznych Fe,  $Fe_xO_y$ . Metamateriały zostaną otrzymane techniką kondensacji w obecności gazu obojętnego (*ang. Inert Gas Condensation technique, IGC*) przy użyciu działu klastrowego wykorzystującego magnetronowe rozpylanie jonowe. W tej technice atomy są wybijane z katody wykonanej z rozpylanego materiału tzw. tarczy w wyniku bombardowania jej jonami argonu, a następnie w strefie agregacyjnej atomy zderzają się z atomami gazu i tracąc energię kondensują, tworząc nanocząstki. System do wytwarzania nanocząstek umożliwia jednocześnie nanoszenie różnych typów materiałów, jak również wytwarzanie nanocząstek w otoczkach.

Wnioskodawca planuje utworzenie zespołu badawczego, złożonego z ekspertów, który przeprowadzi kompleksowe badania w celu określenia struktury, morfologii, właściwości optycznych, elektrycznych oraz magnetycznych badanych materiałów. Wynikiem projektu będzie znaczące poszerzenie wiedzy na temat optymalizowania właściwości funkcjonalnych nanocząstek na bazie materiałów plazmone i magnetycznych. Uzyskane w czasie realizacji projektu metamateriały oraz oryginalne wyniki naukowe mogą być podstawą dla przyszłych badań aplikacyjnych i/lub wdrożeń.