

Głównym celem projektu jest zbadanie zależności temperaturowej nieorganicznych, luminescencyjnych nanomateriałów domieszkowanych jonami lantanowców Ln^{3+} . Zostanie przeprowadzona synteza i charakterystyka fizykochemiczna funkcjonalnych nanomateriałów luminescencyjnych oraz złożonych układów typu rdzeń/powłoka domieszkowanych jonami lantanowców Ln^{3+} , w aspekcie nanotermometrii. Jako fazę luminescencyjną wybrano nieorganiczne, domieszkowane fosforany, borany, wanadany oraz fluorki pierwiastków ziem rzadkich, w których jako aktywatory emisji wykorzystane zostaną jony lantanowców takie jak: Pr^{3+} , Eu^{3+} , Er^{3+} , Ho^{3+} , Tm^{3+} i Dy^{3+} . Ponadto, planuje się również sprawdzić odpowiedź temperaturową nanomateriałów luminescencyjno-plazmonicznych typu rdzeń/powłoka, które charakteryzują się silną rezonansową absorpcją promieniowania UV-VIS-NIR (np. $\text{LnPO}_4/\text{SiO}_2/\text{Ag}$). Faza plazmoniczna może zmieniać właściwości luminescencyjne jonów lantanowców, przez co wpływać na zależności temperaturowe finalnych produktów.

Synteza materiałów będzie prowadzona w sposób, umożliwiający otrzymanie jak najmniejszych cząstek, przy uwzględnieniu niewielkiego rozrzutu ich wielkości oraz względnie wysokiej krystaliczności. W tym celu zostaną użyte metody współstrącaniowa, mikroemulsji, a także metoda Stöbera, do otrzymania struktur typu rdzeń/powłoka. Kolejno zostaną przeprowadzone badania polegające na dokładnej analizie składu oraz struktury otrzymanych produktów przy użyciu takich technik badawczych jak: TEM (*ang. transmission electron microscope*), SEM (*ang. scanning electron microscope*), EDX (*ang. energy dispersive X-ray*), FT-IR (*ang. Fourier transform infrared spectroscopy*), DLS (*ang. dynamic light scattering*), ICP-OES (*ang. inductively coupled plasma optical emission spectrometry*) oraz spektrofluorometrii.

Podczas badań wysokotemperaturowych zostanie wyznaczony wpływ temperatury na procesy fotofizyczne zachodzące w otrzymanych układach: intensywności emisji, stosunki pasm, czasy życia luminescencji, poszerzenia spektralne pasm i ich przemieszczenie, a także zmiany strukturalne i morfologiczne, wynikające z działania na produkt światłem (głównie laserowym) w zakresie UV-VIS-NIR. Porównaniu podlegać będą nanoluminofory, a także luminescencyjne produkty typu rdzeń/powłoka zawierające powłokę krzemionkową oraz materiały zawierające cząstki plazmoniczne (Au, Ag) na ich powierzchni.

Istotą zjawiska, wpływu zmian temperatury na intensywność luminescencji oraz stosunki intensywności pasm, jest występowanie w jonie kilku wysokoenergetycznych poziomów termalizowanych, które występują blisko siebie (na widmie emisji) i nie różnią się istotnie energią ($\approx 200\text{-}2000\text{cm}^{-1}$). W momencie przeniesienia elektronu na wzbudzony poziom energetyczny, na skutek dostarczenia dodatkowej energii termicznej (drżania sieci krystalicznej), może on przejść się na poziom położony wyżej i to z niego, poprzez powrót do stanu podstawowego, emitować promieniowanie. Konsekwencją tego procesu będzie obniżenie intensywności początkowego pasma emisji, kosztem pojawienia się nowego pasma, pochodzącego od wyższego poziomu energetycznego. Ta cecha daje możliwość wykorzystania jonów takich jak np. Tm^{3+} czy Er^{3+} , jako optyczne nanotermometry, poprzez analizę zmian intensywności emisji ich poszczególnych pasm. Praktyczne zastosowanie wielu materiałów luminescencyjnych jako nanotermometrów jest bardzo trudne, ze względu na zmniejszoną głębokość penetracji światła widzialnego w ludzkim ciele, co związane jest z rozpraszaniem oraz pochłanianiem go przez tkanki. Tą techniczną przeszkodę zamierza się przezwyciężyć poprzez opracowywanie czujników upkonwersyjnych ze wzbudzeniem emisji w tak zwanych „oknach biologicznych” (pierwsze „okno biologiczne” – 650-950 nm, drugie – 1000-1400 nm, trzecie 1500-1800 nm), gdzie wspomniane wcześniej czynniki przeszkadzające, takie jak zmniejszona głębokość penetracji światła widzialnego w ludzkim ciele, są mniej aktywne, dzięki czemu możliwym jest uzyskanie odpowiedniej głębokości penetracji światła.

Dokładne zbadanie właściwości spektroskopowych zsyntetyzowanych materiałów pozwoli na opracowanie nowych sensorów temperatury oraz poprawę jakości wcześniej otrzymanych, umożliwi również stworzenie nowych czujników, a także specjalistycznych czujników niskotemperaturowych przeznaczonych głównie do badań biologicznych w analizach in-vivo, użytecznych m.in. przy wykrywaniu zmian nowotworowych w ludzkim ciele.