

Ten projekt jest poświęcony projektowaniu, przygotowaniu i charakteryzacji innowacyjnych nanoplatform wielokrotnego użytku do zastosowań zarówno w fotoindukowanej wzmocnionej spektroskopii Ramana (PIERS), jak i w powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (SERS). Główną różnicą między wymienionymi technikami jest proces fotoaktywacji podłoża za pomocą światła UV w przypadku PIERS, co prowadzi do wzmacniania zarejestrowanego sygnału o co najmniej jeden rząd wielkości w porównaniu do SERS. Spektroskopowe nanoplatformy do ultraczułej detekcji będą produkowane na bazie cienkiej warstwy dwutlenku tytanu (TiO_2) metodą zol-żel, a także nanocząstek metalicznego srebra (NPs) otrzymanych w procesie osadzania fotokatalitycznego. Taki sposób produkcji substratów SERS i PIERS jest stosunkowo szybki i tani w porównaniu do zaawansowanych procesów technologicznych. W technice PIERS naświetlanie nanoplatform światłem UV powoduje przepływ elektronów z TiO_2 do nanocząstek metalicznych, co z kolei zwiększa prawdopodobieństwo procesu przeniesienia ładunku między cząsteczkami analitu a nanocząstkami i tym samym wzmacnia zarejestrowany sygnał na podstawie mechanizmu chemicznego. Bariera Schottky'ego obecna na interfejsie między TiO_2 a AgNPs znacznie ogranicza uwalnianie ładunku z nanocząstek do warstwy tlenku, dzięki czemu uzyskane wzmocnienie PIERS będzie utrzymywać się dłużej w czasie. Dodatkowo, dzięki zastosowaniu warstwy TiO_2 o właściwościach fotokatalitycznych, opisane nanoplatformy wykazują właściwości samooczyszczania pod wpływem światła UV, co umożliwia ich wielokrotne użycie. Jednym z najważniejszych celów tego projektu jest skorelowanie strukturalnych i fizykochemicznych właściwości opisanych nanoplatform oraz ich zdolności do wzmacniania sygnału na podstawie zjawisk PIERS i SERS, a także ocena przydatności techniki PIERS do ultraczułej detekcji różnych typów cząsteczek, zwłaszcza zanieczyszczeń środowiskowych, takich jak pestycydy, leki i materiały wybuchowe na podstawie oceny limitu wykrywalności tych substancji. W trakcie projektu zostanie określona optymalna grubość warstwy półprzewodnikowej, zapewniającej jak najwyższe wzmocnienie sygnału w technice PIERS. Systematyczne badania substratów o różnych właściwościach plazmonicznych pozwolą na zbadanie warunków, w których zachodzi skuteczne oddzielanie ładunków między TiO_2 a nanocząstkami metalicznymi. Będą one obejmować średni rozmiar nanocząstek, stopień pokrycia powierzchni tlenku lub lokalizację ich maksimum rezonansu plazmonowego. Właściwości wymienione powyżej będą miały istotny wpływ na gromadzenie ładunku wewnątrz nanocząstek i tym samym na czas trwania wzmocnienia PIERS po procesie fotoaktywacji. Ostatecznie, na podstawie wyników uzyskanych podczas projektu badawczego, zostanie zaproponowany model wyjaśniający efekt PIERS. Korelacja efektywności generacji gorącego ładunku podczas naświetlania UV z architekturą, powierzchnią i przepływem elektronów między nanocząstkami metalicznymi a półprzewodnikiem, uwzględniająca ich pojemność jako czujników analitycznych, umożliwi głębsze zrozumienie techniki PIERS. Badania, które zamierzamy podjąć, będą miały ogromny wpływ na rozwój dziedziny badawczej i dyscypliny naukowej pod względem korelacji między cechami morfologii materiałów a właściwościami spektroskopowymi. Ekonomiczny i społeczny wpływ projektu będzie polegał na opracowaniu innowacyjnych, ekonomicznych i wielokrotnie użytecznych nanoplatform SERS/PIERS do ultradetekcji wybranych substancji chemicznych dzięki unikalnemu połączeniu materiału półprzewodnikowego z plazmonowymi strukturami srebra.