

Elektronika jest zdominowana przez półprzewodniki nieorganiczne, głównie krzemowe, ale istnieje także inna rodzina półprzewodników – półprzewodniki organiczne. Mają one mniejsze znaczenie niż półprzewodniki nieorganiczne, ale łatwo znaleźć taką domenę techniki gdzie z wielkim sukcesem są stosowane. Są to organiczne diody elektroluminescencyjne (*ang. organic light emitting diodes, OLEDs*), podstawowe elementy powszechnie wytwarzanych *tzw.* ekranów OLED. Diody działają na zasadzie przekształcania energii elektrycznej w energię świetlną. W wyniku impulsów elektrycznych tworzą się *tzw. ekscytony*. Zanik pojedynczego *ekscytonu* powoduje wyemitowanie kwantu światła, ale tylko pod warunkiem, że jest to *tzw. ekscyton singletowy*. Niestety na cztery tworzące się ekscytony tylko jeden jest singletowy, a pozostałe trzy – trypletowe. Te ostatnie nie generują światła. Oznacza to, że maksymalna wydajność klasycznej organicznej diody wynosi 25%, 75% ekscytonów traci się bowiem bezużytecznie. W projekcie postulujemy syntezę nowych organicznych półprzewodników o strukturze triady donor-łącznik-akceptor (D-Ł-A). Wstępne badania wykazały, że opracowane przez nas triady mają zdolność przekształcania ekscytonów trypletowych w singletowe, czyli „bezużytecznych” w „użyteczne”, poprawiając w ten sposób wydajność diody. Jest to tak zwany efekt „aktywowanej termicznie opóźnionej fluorescencji” (*ang. thermally-activated delayer fluorescence*). Co więcej, niektóre triady mają zdolność do rozdzielania ładunków w obrębie jednej cząsteczki w wyniku fotowzbudzenia. Efekt ten można wykorzystać w pamięci molekularnej nowego typu, w której w jednej cząsteczce o wielkości ułamków nanometra dokonać można zapisu informacji.

W przypadku półprzewodników organicznych wzajemne ułożenie cząsteczek w kryształ lub cienkiej warstwie, czyli *tzw. „struktura nadcząsteczkowa”* ma istotne znaczenie dla właściwości takiej warstwy. Stosując skaningową mikroskopię tunelową będziemy w stanie obrazować pojedyncze cząsteczki i identyfikować czynniki wpływające na tę strukturę.

Oprócz półprzewodników organicznych będziemy również badać półprzewodniki nieorganiczne w formie nanokrystalicznej *tzm.* obiektów o wielkości co najwyżej kilku nanometrów. Nanokryształy trójskładnikowe składające się ze srebra, indu i siarki (Ag-In-S) oraz czteroskładnikowe zawierające dodatkowo cynk (Ag-In-Zn-S) chcemy zastosować po raz pierwszy jako fotokatalizatory, które pod wpływem wzbudzenia światłem widzialnym katalizują, czyli innymi słowy ułatwiają, ważne dla przemysłu chemicznego reakcje uwodornienia ketonów i aldehydów do alkoholi. Nanokryształy nieorganicznych półprzewodników łatwo ulegają aglomeracji i dlatego muszą być stabilizowane cząsteczkami organicznymi, nazywanymi „*ligandami*”, które są przyłączone do ich powierzchni. Do ligandów na powierzchni nanokryształu można przyłączać cząsteczki biologicznie aktywne. Jeśli do ligandu dołączyć białko rozpoznawalne przez komórki nowotworowe *np. transferynę*, a do transferyny przyłączyć dodatkowo lek przeciwnowotworowy *np. dokсорubicynę*, to otrzymamy nośnik leku nowego typu, który selektywnie rozpoznaje komórki rakowe, a na dodatek świeci światłem podczerwonym, które przenika przez tkanki i skórę. Przemieszczanie się takiego leku w organizmie można więc monitorować. Takie wieloskładnikowe układy, nazywane koniugatami będziemy badać w ramach projektu.

Będziemy również badać nanokryształy Ag-In-Zn-S, w których ligandy pierwotne zastąpiono ligandami wykazującymi właściwości półprzewodnikowe. Taki twór, nazywany „*hybrydą*” zbudowany z dwóch półprzewodników (organicznego i nieorganicznego) może charakteryzować całkowicie innymi właściwościami. Na przykład w wyniku przeniesienia ładunku i energii z półprzewodnika nieorganicznego do organicznego (ligandu) następuje wygaszenie luminescencji nanokryształów i pojawienie się luminescencji ligandu przy wyższych wartościach energii. Takie układy hybrydowe można rozpatrywać jako nowe konwertery w kierunku krótszych fal.

Podsumowując, projekt dotyczy opracowania trzech rodzajów materiałów nowego typu, zbadania ich właściwości chemicznych i fizycznych oraz wykorzystania jako elektroluminoforów, fotokatalizatorów, nośników leków oraz układów przetwarzających promieniowanie niżej energetyczne w wyżej energetyczne.