

**SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**  
(parametry i wymagania minimalne)

**Przedmiotem zamówienia jest: dostawa stanowiska do pomiarów czasów życia fluorescencji oraz fosforescencji dla Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego**

	<b>Stanowisko do pomiarów czasów życia fluorescencji oraz fosforescencji o następujących parametrach minimalnych: 1 komplet</b>
1	<p><b>Stanowisko do pomiarów czasów życia fluorescencji oraz fosforescencji opisane w punktach 2 – 10 stanowiące całość zamówienia, na które składają się następujące elementy:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorymetr do pomiarów czasów-rozdzielczych, zwany dalej Fluorymetrem</li> <li>• Układ Otwarty do pomiarów czasowo-rozdzielczych, zwany dalej Układem Otwartym, uwzględniający posiadany w laboratorium detektor do bliskiej podczerwieni Hamamatsu H10330C-45</li> <li>• zestaw głowic laserowych pikosekundowych oraz do pracy ciągłej współpracujących z fluorymetrem oraz układem otwartym wraz z zasilaniem i sterowaniem</li> <li>• oprogramowanie do analizy danych kompatybilne z Fluorymetrem oraz z Układem Otwartym</li> <li>• zestaw stołów optycznych, antywibracyjnych do ustawienia Fluorymetru oraz zbudowania na nim Układu Otwartego</li> <li>• niezbędna optyka i optomechanika do zbudowania układu otwartego uwzględniająca zakres spektralny posiadanego detektora bliskiej podczerwieni</li> </ul>
2	<p><b>Zautomatyzowany Fluorymetr do pomiarów czasowo-rozdzielczych</b> o budowie modułowej służący do pomiarów czasów życia fluorescencji. Fluorymetr zapewnia pomiar czasów życia fluorescencji w zakresie od poniżej 40ps wzwyż oraz pomiar czasów życia fosforescencji do min. 120s.</p>
3	<p><b>Fluorymetr wyposażony w układ wzbudzenia składający się z toru optycznego do wzbudzania za pomocą laserów pikosekundowych:</b></p> <p>Tor wzbudzenia przystosowany do podłączenia sub-nanosekundowych diod LED o częstotliwości repetycji do 40 MHz oraz pikosekundowych głowic laserowych o częstotliwości repetycji do 80 MHz.</p> <p>Częścią układu wzbudzenia są głowice laserowe wraz ze sterownikiem i zasilaniem wymienione w pkt. 9, będące wspólnym wyposażeniem Fluorymetru oraz Układu Otwartego.</p> <p>Na wyposażeniu automatyczny osłabiacz wiązki wzbudzającej regulujący jej intensywność.</p> <p>Fluorymetr musi być przygotowany na rozbudowę o nowe elementy układu wzbudzenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fluorymetr musi być przygotowany do wprowadzenia wiązki światła wzbudzającego z zewnętrznego lasera typu supercontinuum</li> <li>• fluorymetr musi być przygotowany na rozbudowę o tor wzbudzenia za pomocą lampy ksenonowej pozwalające na pomiary czasowo-rozdzielczych widm emisji (TRES)</li> <li>• fluorymetr musi być przygotowany na rozbudowę o tor wzbudzenia za pomocą lampy ksenonowej impulsowej do pomiarów czasów życia fluorescencji i fosforescencji</li> </ul>
4	<p><b>Duża komora pomiarowa Fluorymetru wyposażona w:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• statyw dla co najmniej 4 kuwet o wymiarach 1x1cm z wbudowanym mieszadłem magnetycznym, z wiązką światła na wysokości 8,5mm od podstawy kuwety, z możliwością termostatowania w zakresie: od -25°C do 105°C</li> <li>• statyw wraz ze sferą całkowitą o średnicy w granicach 70 – 80 mm, do pomiarów w zakresie spektralnym od 250 do 2000nm</li> </ul> <p>Możliwość stosowania innych wymiennych statywów na próbki:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- statyw dla 1 kuwety o wymiarach 1 x 1 cm</li> <li>- termostatowany za pomocą elementów Peltier statyw dla 1 kuwety o wymiarach 1x1cm</li> <li>- termostatowany w zakresie od -20°C do 135° C statyw dla 1 kuwety o wymiarach 1x1cm</li> <li>- statyw dla 8-miu kuwet 1x1cm</li> <li>- statyw do pomiaru próbek stałych</li> <li>- statyw do pomiaru proszków</li> <li>- statyw z kriostatem na ciekły azot lub z kriostatem na ciekły hel</li> </ul> <p>Możliwość zastosowania zewnętrznego modułu do pomiarów parametrów reakcji o szybkiej kinetyce .</p>
5	<p><b>Fluorymetr wyposażony w układ detekcji i zbierania danych składający się z następujących elementów:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• manualny zmieniacz filtrów emisyjnych</li> <li>• automatyczny osłabiacz wiązki regulujący jej intensywność przed wprowadzeniem do monochromatora</li> <li>• automatyczny polaryzator typu Glan Thompson pracujący w zakresie długości fal co najmniej od 220nm do 1500nm</li> <li>• wysokiej rozdzielczości podwójny Czerny-Turner monochromator emisyjny, pracujący w trybie „additive” (+) oraz „subtractive” (-), o ogniskowej 2x300mm, z dwiema siatkami dyfrakcyjnymi dla każdego stopnia: pierwszy stopień UV/VIS/IR 600 linii na 1mm (optymalizacja dla 1000nm) oraz 1200 linii na 1mm (optymalizacja dla 500nm), o rozproszeniu 4,5 nm/mm (NIR), drugi stopień UV/VIS 2x1200 linii na 1mm (optymalizacja dla 500nm) o rozproszeniu 1,4nm/mm w trybie „additive” oraz 2,7nm/mm w trybie „subtractive”, posiadający dwa porty wyjściowe oraz zmotoryzowane szczeliny</li> <li>• detektor – chłodzony termoelektrycznie fotopowielacz hybrydowy (hybrydowy PMT) pracujący w zakresie od 400nm do 890nm, posiadający poziom szumów nieprzekraczający 1000 ciemnych zliczeń na sekundę, posiadający maksymalną wydajność kwantową nie mniejszą niż 15%, czas odpowiedzi detektora poniżej 160ps (FWHM), wyposażony w zasilacz oraz przedwzmacniacz, automatyczną przesłonę i ochronę przed prześwietleniem</li> <li>• detektor – chłodzony termoelektrycznie detektor bliskiej podczerwieni (NIR) typu fotopowielacz pracujący w zakresie od 950nm do 1400nm, z czasem odpowiedzi detektora na poziomie 400ps, wyposażony w zasilacz, przedwzmacniacz oraz automatyczną przesłonę</li> <li>• detektor – chłodzony termoelektrycznie detektor UV/VIS/NIR typu PMT pracujący w zakresie od 200nm do 1000 nm, z niskim poziomem szumów na poziomie 200pcs, wyposażony w zasilacz oraz odpowiednią opto-mechanikę</li> <li>• moduł zbierania danych bazujący na skorelowanym w czasie zliczaniu pojedynczych fotonów (TCSPC) z dwoma niezależnymi wejściami (1 kanał wejściowy i 1 wejście synchronizujące lub 2 kanały wejściowe), z rozdzielczością czasową nie większą niż 25ps, z więcej niż 32500 kanałów tworzących obraz z 32-bitowym zliczaniem, z szybkością zliczania impulsów nie mniejszą niż 10<sup>7</sup> zliczeń na sekundę, z regulowanym czasem konwersji sygnałów od 25ps do 50μs, z czasem jałowym (martwym) poniżej 25ns</li> <li>• moduł MCS do wielokanałowego zliczania fotonów z podstawową rozdzielczością czasową 25ns, pozwalający na rozszerzenie możliwości pomiarów dla długich czasów zaniku fosforescencji</li> <li>• stosunek sygnału do szumu fluorymetru nie mniejszy niż 29000:1, mierzony dla linii ramanowskiej wody, wzbudzenie 350nm, szerokość szczeliny spektralnej 5nm, czas integracji 1 sekunda</li> </ul>
6	<p><b>Oprogramowanie do kontroli pracy Fluorymetru</b></p> <p>Łatwe i intuicyjne oprogramowanie do kontroli pracy fluorymetru i zbierania danych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zachowywanie danych w buforze roboczym pozwalające na łatwą kontrolę oraz śledzenie zbierania danych (on-line)</li> <li>• automatyczna rejestracja wszystkich parametrów i warunków, w których następowało zbieranie danych i zapis ich do pliku z danymi</li> <li>• kreator wspomagający tworzenie aplikacji dostosowujących środowisko pomiarowe w zależności od parametrów pomiaru i używanych próbek</li> <li>• tryb pomiaru z pełną kontrolą urządzenia do zebrania histogramu zaniku fluorescencji</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• możliwość pisania skryptu w języku skryptów w celu wykonywania pożądanych pomiarów specyficznych</li> <li>• procesor funkcji matematycznych zawierający podstawowe operacje arytmetyczne (odejmowanie, mnożenie itp.), wygładzanie, różniczkowanie, całkowanie, funkcje trygonometryczne. Normalizowanie danych oraz wizualizacja w skalach zmiennych, liniowych i logarytmicznych. Swobodne operowanie wizualizacją poprzez przybliżanie i oddalanie rysunku. Możliwość eksportu danych do pliku zawierającego dane multikolumnowe ASCII</li> </ul> <p>Na wyposażeniu dedykowany zestaw komputerowy z monitorem LCD sterujący pracą Fluorymetru.</p>
7	<p><b>Układ Otwarty do pomiarów czasowo-rozdzielczych uwzględniający posiadamy w laboratorium detektor do bliskiej podczerwieni Hamamatsu H12694.</b></p> <p><b>Na wyposażeniu Układu Otwartego powinny znaleźć się następujące elementy:</b></p> <p><b>Wysokiej rozdzielczości Czerny-Turner monochromator emisyjny</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ogniskowa 300mm</li> <li>• zmotoryzowany napęd zmiany długości fali, do 1000nm/s</li> <li>• dwa wyjścia do podłączenia dwóch detektorów</li> <li>• zmotoryzowane szczeliny, wejściowa i wyjściowe: 10<math>\mu</math>m – 10mm</li> <li>• siatka dyfrakcyjna 830 linii na 1mm, optymalizacja dla 1200nm, zakres spektralny od 750nm do 1800nm</li> <li>• siatka dyfrakcyjna 1200 linii na 1mm, optymalizacja dla 300nm, zakres spektralny od 200nm do 900nm</li> <li>• siatka dyfrakcyjna 1200 linii Na 1mm, optymalizacja dla 750nm, zakres spektralny od 450nm do 1200nm</li> <li>• rozdzielczość: 4nm dla 1mm szczeliny</li> <li>• dokładność ustawienia długości fali: 0,2nm</li> <li>• powtarzalność: <math>\pm 0,05</math>nm</li> <li>• oprogramowanie do sterowania pracą monochromatora</li> <li>• możliwość pisania własnych skryptów do integracji pracy monochromatora z urządzeniami zewnętrznymi</li> </ul> <p><b>Przedwzmacniacz</b> do wzmacniania sygnałów wysyłanych przez detektor NIR-PMT, wprowadzanych do modułu TCSPC (modułu do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów).</p> <p><b>Moduł TCSPC do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dwa niezależne kanały: synchronizacja oraz detektor, lub dwa detektory</li> <li>• rozdzielczość czasowa: nie większa niż 25ps</li> <li>• więcej niż 32500 kanałów tworzących obraz z 32-bitowym zliczaniem</li> <li>• szybkość zliczania impulsów nie mniejszą niż 10<sup>7</sup> zliczeń na sekundę</li> <li>• regulowany czas konwersji sygnałów od 25ps do 50<math>\mu</math>s</li> <li>• czas jałowym (martwym) poniżej 25ns</li> <li>• posiadający opcję wielokanałowego zliczania fotonów z podstawową rozdzielczością czasową 25ns, pozwalający na rozszerzenie możliwości pomiarów dla długich czasów zaniku fluorescencji</li> <li>• moduł TCSPC musi być kompatybilny z modułem TCSPC będącym na wyposażeniu Fluorymetru</li> </ul> <p>Częścią Układu Otwartego są <b>głowice laserowe wraz ze sterownikiem i zasilaniem</b> wymienione w pkt. 9, będące wspólnym wyposażeniem Fluorymetru oraz Układu Otwartego.</p> <p><b>Zestaw stołów optycznych</b>, antywibracyjnych do Ustawienia Fluorymetru oraz zbudowania na nim Układu Otwartego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 stoły antywibracyjny na aktywnych nogach, z opcją ich połączenia</li> <li>• Wymiary jednego blatu stołu: co najmniej 1,2m x 2m x 210mm (szer. x dł. x gr.) ze względu na wielkość pomieszczenia</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wysokość nóg min. 700mm</li> <li>• kompresor z regulatorem i filtrem powietrza</li> </ul> <p><b>Zestaw elementów optycznych i optomechanicznych</b> do budowy i wyposażenia torów optycznych wzbudzenia i emisji Układu Otwartego, do pomiarów czasów życia fluorescencji i fosforescencji, kompatybilnych z posiadany w laboratorium detektorem bliskiej podczerwieni i proponowanych komponentów systemu otwartego: monochromatora, modułu TCSPC do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów przy wzbudzeniu laserami pikosekundowymi, przedwzmacniacza, sterownika do laserów pikosekundowych, które będą dedykowane do Układu Otwartego, ale jednocześnie kompatybilne z oferowanym Fluorymetrem. Zestaw powinien zawierać wszystkie elementy niezbędne do zbudowania w pełni funkcjonalnego, uniwersalnego systemu pomiarowego do badania czasu życia fluorescencji i fosforescencji. Zestaw elementów optycznych i optomechanicznych dla Układu Otwartego powinien obejmować ochronę pracy z laserami dla min. 3-ch pracowników laboratoryjnych, w postaci bezpiecznych okularów zapewniających ochronę wzroku przed wszystkimi długościami fal promieniowania laserowego, w zakresie długości fal wymienionych w punkcie nr 9, jak również między innymi narzędzia, wsporniki montażowe, podstawy i płytki do budowy uchwytów dla próbek, zestaw soczewek, uchwytów i tubusów do soczewek, uchwyty do kuwet kompatybilne między innymi z adapterem SMA, min. zestaw filtrów pasmowych i górnoprzepustowych do podczerwieni i zakresu widzialnego, min. dwa mierniki mocy lasera (jeden dla małej mocy (500 nW-500mW) i drugi dla wyższych pomiar mocy (2mW - 10W), min. pryzmat 20 mm, min. 2 rozdzielacze wiązki (400-700nm i 700-1100nm), min. oświetlacz światła widzialnego o mocy <math>\geq 150</math> W z wyprowadzonym światłowodem do zintegrowania ze statywem na kuwety, min. 5 sztuk 1m światłowodów SMA-SMA kompatybilnych z iluminatorem i uchwytem na kuwety, min. komplet hermetycznych, kwarcowych kuwet fluorescencyjnych, min. zestaw hermetycznych, min. dwustronnie polerowanych kuwet kwarcowych.</p>
8	<p><b>Oprogramowanie do kontroli pracy Układu Otwartego</b></p> <p>Sterowanie pracą układu otwartego oparte na kontroli pracy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• monochromatora</li> <li>• modułu TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting) do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów.</li> <li>• sterownika do laserów</li> </ul> <p>Programy sterujące do poszczególnych elementów układu otwartego powinny posiadać możliwość ich integracji w celu ułatwienia pracy układu. Powinno to dotyczyć zwłaszcza współpracy pomiędzy monochromatorem a modulem TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting).</p> <p>Oprogramowanie modułu powinno pozwalać na automatyczną rejestrację wszystkich parametrów i warunków, w których następowało zbieranie danych i zapis ich do pliku z danymi oraz na zachowywanie danych w buforze roboczym pozwalające na łatwą kontrolę oraz śledzenie zbierania danych (on-line). Powinno posiadać pakiet funkcji matematycznych zawierający podstawowe operacje arytmetyczne (odejmowanie, mnożenie itp.), wygładzanie, różniczkowanie, całkowanie oraz funkcje trygonometryczne. Powinno zezwalać na normalizowanie danych oraz ich wizualizację w skalach zmiennych, liniowych i logarytmicznych. Oprogramowanie modułu musi być kompatybilne z oprogramowaniem analitycznym. Musi posiadać możliwość eksportu danych do pliku zawierającego dane multikolumnowe ASCII.</p> <p>Na wyposażeniu dedykowany zestaw komputerowy z monitorem LCD sterujący pracą sterownika do laserów oraz pracą monochromatora i modułu TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting).</p>
9	<p><b>Zestaw głowic laserowych pikosekundowych oraz do pracy ciąglej współpracujących z Fluorymetrem oraz Układem Otwartym, wyposażonych w sterowniki i zasilacze.</b></p> <p>Na wspólnym wyposażeniu fluorymetru oraz układu otwartego powinny znaleźć się następujące źródła wzbudzenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laser pikosekundowy, długość fali <math>405\text{nm} \pm 10\text{nm}</math>, częstotliwość repetycji do 80MHz, szerokość impulsu (FWHM) <math>&lt; 50\text{ps}</math>, moc 1mW (dla repetycji 40MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laser pikosekundowy, długość fali 450nm±10nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 70ps, moc 0,7mW (dla repetycji 40MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy oraz do pracy ciągłej, długość fali 530nm±3nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 70ps, moc 0,5mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy oraz do pracy ciągłej, długość fali 560nm±3nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 70ps, moc 0,5mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy, długość fali 670nm±10nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 70ps, moc 0,7mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy, długość fali 760nm±10nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 90ps, moc 0,6mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy oraz do pracy ciągłej, długość fali 830nm±10nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 90ps, moc 10mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> <li>• laser pikosekundowy oraz do pracy ciągłej, długość fali 975nm±10nm, częstotliwość repetycji do 80 MHz, szerokość impulsu (FWHM) &lt; 80ps, moc 3mW (dla repetycji 80MHz), wyposażony w kolimator i regulację temperatury</li> </ul> <p>Na wyposażeniu dwa identyczne, sterowane komputerowo, sterowniki z zasilaczami dla w/w laserów pikosekundowych: jeden jako wyposażenie Fluorymetru, drugi jako wyposażenie Układu Otwartego. Sterowniki muszą zapewniać pracę impulsową w zakresie częstotliwości repetycji od 200 kHz do 80 MHz uzyskaną za pomocą wewnętrznego oscylatora lub za pomocą wyzwiania zewnętrznego, oraz pracę ciągłą. Muszą również posiadać regulację mocy laserów. Sterowniki przystosowane do pracy z laserami pikosekundowymi pracujących w zakresie długości fali od 375nm do 1990nm, oraz diodami typu LED pracujących w zakresie długości fali od 255nm do 600nm.</p>
10	<p><b>Oprogramowanie analityczne</b></p> <p>Oprogramowanie analityczne do analizy danych zbieranych za pomocą fluorymetru oraz za pomocą układu otwartego. Wymagana licencja na trzy stanowiska pracy.</p> <p>Wielowykładnicza analiza danych zaników fluorescencji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompatybilne z oprogramowaniem modułów do skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów (TCSPC Time Correlated Single Photon Counting)</li> <li>• nieliniowe dopasowywanie metodą najmniejszych kwadratów / MLE z Marquardt-Levenberg, Monte Carlo oraz manualną zmianą parametrów</li> <li>• dopasowywanie do “ogonów” zaników fluorescencji oraz analiza rekonwencji (dopasowywanie parametrów uwzględniające: tło, przesunięcie czasowe, światło rozproszone, powtarzalność kształtu pulsu wzbudzającego)</li> <li>• modele dopasowywania zawierające wykładnicze funkcje zaniku (do 4tego rzędu) oraz rozkład czasów życia</li> <li>• analiza anizotropii (dopasowywanie parametrów uwzględniając tzw. współczynnik G, amplitudę, tło, przesunięcie czasowe pomiędzy zanikami różnych polaryzacji światła fluorescencyjnego)</li> <li>• analiza globalna</li> <li>• zaawansowana analiza błędów (Asymptotic Standard Errors – ASE)</li> <li>• multi-kolumnowa możliwość eksportu danych</li> </ul>
11	<p><b>Gwarancja, instalacja i szkolenie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gwarancja: co najmniej 36 miesięcy</li> <li>- dostawa i instalacja do miejsca wyznaczonego przez Zamawiającego, nie dłużej niż w ciągu 8 tygodni tj. 56 dni od daty podpisania umowy</li> <li>- 2-dniowe szkolenie w języku angielskim po zakończonej instalacji dla co najmniej 4 osób</li> </ul>