

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA W POSTĘPOWANIU:

„Dostawa lasera femtosekundowego dużej mocy wraz z uzupełniającymi go układami optycznymi - generatorem harmonicznych, źródłem światła białego, linią opóźniającą – koniecznymi do wprowadzenia nowych technik pomiarowych: czasowo-rozdzielczej mikroskopii i interferometrii optycznej”; nr ref. DZP/ZP/8/IFPAN/2024/JTD

Opis przedmiotu zamówienia w oparciu o Wspólny Słownik Zamówień:

CPV: 38540000-2: Maszyny i aparatura badawcza i pomiarowa; CPV: 38636100-3: Lasery; CPV: 38600000-1: Przyrządy optyczne ; CPV: 38500000-0: Aparatura kontrolna i badawcza

Dofinansowano z programu Ministra Edukacji i Nauki „Wsparcie udziału polskich zespołów naukowych w międzynarodowych projektach infrastruktury badawczej”, zgodnie z umową ze Skarbem Państwa – Ministrem Edukacji i Nauki z dnia 22.12.2022 r., nr 2022/WK/13, zmienionej aneksem nr 1 z 2023 r. **Aktualna nazwa przedstawiciela Skarbu Państwa: Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego.**

Rozdz. I. Informacje ogólne

1. Przedmiotem zamówienia jest „Dostawa lasera femtosekundowego dużej mocy z uzupełniającymi go układami optycznymi - generatorem harmonicznych, źródłem światła białego, linią opóźniającą – koniecznymi do wprowadzenia nowych technik pomiarowych: czasowo-rozdzielczej mikroskopii i interferometrii optycznej”. Dla potrzeb niniejszego postępowania wyżej wymienione urządzenia będą nazywane dalej łącznie **„układem laserowym” lub „urządzeniami”**.
2. Dostawa układu laserowego obejmuje sprzedaż układu laserowego Zamawiającemu, dostarczenie do siedziby Zamawiającego, instalację układu laserowego, uruchomienie, justację, tj. właściwe zsynchronizowanie wszystkich elementów układu laserowego zapewniające właściwe wskazania mierzonych wartości (dalej justacja), wykonanie testów SAT w siedzibie Zamawiającego.
3. Układ laserowy ma być fabrycznie nowy, nieużywany, wolny od wad, musi pochodzić z oficjalnego kanału dystrybucyjnego producenta oraz nie będzie obciążony prawami na rzecz osób trzecich.
4. Dostarczony układ laserowy musi odpowiadać wszystkim wymaganiom technicznym i jakościowym określonym przez Zamawiającego, w szczególności wskazanym w wymaganiach technicznych.
5. Układ laserowy będzie składał się z następujących urządzeń:
 1. Lasera femtosekundowego
 2. Modułu generacji 2-giej i 3-ciej harmonicznej

3. Modułu generacji ultrakrótkich impulsów światła białego
4. Układu do rozdzielania i opóźniania impulsów

6. Zastosowanie układu laserowego:

Układ laserowy wykorzystywany będzie jako źródło zsynchronizowanych impulsów światła w badaniach naukowych dotyczących laserowej obróbki materiałów połączonej z czasowo-rozdzielczą mikroskopią i interferometrią. Względne położenie czasowe impulsów pompujących i próbkujących (opóźnienie) kontrolowane będzie za pomocą linii opóźniającej.

Rozdz. II. Wymagane parametry techniczne układu laserowego :

1. Lasery femtosekundowy

- 1.1. Czas trwania impulsu nie większy niż 500 fs (FWHM).
- 1.2. Centralna długość fali lasera w zakresie od 800 do 1050 nm.
- 1.3. Stosunek szerokości widmowej (FWHM) do długości fali lasera ($\Delta\lambda/\lambda$) nie większy niż 2%
- 1.4. Możliwość zmiany częstotliwości powtarzania (liczby impulsów na 1 s) od pojedynczych impulsów (impulsy „na żądanie”) do nie mniej niż 1 MHz.
- 1.5. Wyzwalanie pojedynczego lub serii impulsów o zadanej liczbie impulsów kontrolowane z poziomu oprogramowania lub za pomocą zewnętrznego sygnału elektrycznego (np. „gate”).
- 1.6. Maksymalna energia impulsów nie mniejsza niż 200 μJ w zakresie częstotliwości powtarzania do 50 kHz. W zakresie powyżej 50 kHz do 1 MHz nie mniejsza jednak niż 10 μJ .
- 1.7. Możliwość kontroli energii impulsów w zakresie 0-100 % z dokładnością do 1%.
- 1.8. Stosunek intensywności impulsów przed wyzwalanym impulsem („pre-pulse”) nie większy niż 1/1000. Stosunek intensywności impulsów po wyzwalanym impulsie („post-pulse”) nie większy niż /100.
- 1.9. Przestrzenny rozkład natężenia wiązki laserowej w przybliżeniu gaussowski - jakość wiązki M^2 nie większa niż 1.3.
- 1.10. Średnica wiązki ($1/e^2$) mierzona na odległości do 200 mm od wyjścia optycznego z lasera w zakresie 2-10 mm
- 1.11. Rozbieżność kierunkowa wiązki nie większa niż 1 mrad.
- 1.12. Rozrzut kierunkowy wiązki (RMS) nie większy niż 30 μrad mierzony w okresie 12 h
- 1.13. Rozrzut energii impulsów (RMS) mierzony w okresie 12 h nie większy niż 1%.
- 1.14. Polaryzacja liniowa
- 1.15. Zasilanie z sieci elektrycznej 230 V AC, 50-60 Hz, poniżej 3 kAV
- 1.16. Chłodzenie powietrzem lub wodą w zamkniętym obiegu.
- 1.17. Możliwość sterowania laserem za pomocą oprogramowania dostarczonego przez producenta lasera i poprzez wysyłanie komend przy użyciu interfejsu USB lub RS232.

Zamawiający wskazuje możliwość spełnienia dodatkowych kryteriów technicznych (zgodnie z SWZ):

- 1.18. regulowany czasu trwania impulsu (FWHM), w zakresie do 10 ps.
- 1.19. zwiększona energia impulsu powyżej 200 μJ , w zakresie w zakresie częstości powtarzania lasera do 50 kHz

2. Moduł generacji 2-giej i 3-ciej harmonicznej

- 2.1. Moduł generujący drugą i trzecią harmoniczną zasiewany impulsami ze źródła opisanego w rozdz. II ust. 1, za układem do rozdzielania i opóźniania wiązki opisanym w rozdz. II ust 4.
- 2.2. Generacja harmonicznych zoptymalizowana dla impulsów laserowych o energii 100 μJ (lub wyższych, około połowy maksymalnej energii impulsu, jeżeli spełniony jest dodatkowy warunek z ust. 1 pkt 1.19 powyżej) i jak najkrótszym czasie trwania (nie więcej niż 500 fs, FWHM).
- 2.3. Energia impulsów 2-giej harmonicznej nie mniejsza niż 40 μJ w zakresie częstotliwości powtarzania do 50 kHz.
- 2.4. Energia impulsów 3-ciej harmonicznej nie mniejsza niż 25 μJ w zakresie do częstotliwości powtarzania 50 kHz.
- 2.5. Osobne, przełączalne wyjścia optyczne dla obu harmonicznych.
- 2.6. Natężenie rezydualnej wiązki fundamentalnej względem harmonicznych na ich wyjściach optycznych nie większe niż 1/1000.

Zamawiający wskazuje możliwość spełnienia dodatkowych kryteriów technicznych (zgodnie z SWZ):

2.7. Jednoczesna generacja 2giej i 3ciej harmonicznej z dwóch impulsów zaslewających opóźnionych względem siebie za pomocą układu do rozdzielania i opóźniania wiązki opisanym w rozdz. II ust 4 na osobnych torach optycznych do alternatywnego zastosowania impulsów harmonicznych zarówno do pompowania jak i próbkowania

3. Źródło ultrakrótkich impulsów światła białego (supercontinuum)

- 3.1. Moduł generujący ultrakrótkie impulsy światła białego zaslewany impulsami ze źródła opisanego w rozdz. II ust. 1) o energii mniejszej niż 1 μ J
- 3.2. Zakres spektralny światła białego nie węższy niż 500 – 1000 nm

4. Układ do rozdzielania i opóźniania impulsów

- 4.1. Układ złożony z elementów optycznych zoptymalizowanych dla fundamentalnej długości fali źródła opisanego w rozdz. II ust. 1
- 4.2. Podział mocy wiązki na dwie wiązki (pierwotną i opóźnioną), z możliwością jej ciągłej zmiany w zakresie od 1:100 do 100:1.
- 4.3. Maksymalny absolutny czas opóźnienia nie mniejszy niż 6 ns.
- 4.4. Dokładność i powtarzalność ustalania czasu opóźnienia (krok czasowy) – nie większa niż 50 fs
- 4.5. Rozrzut kierunkowy (kątowy) wiązki opóźnionej (RMS) na wyjściu z układu nie większy niż 200 μ rad
- 4.6. Zmotoryzowana zmiana długości drogi optycznej
- 4.7. Zamknięta pętla sprzężenia zwrotnego z enkoderem
- 4.8. Kontrola długości drogi optycznej zintegrowana lub umożliwiająca integrację przez użytkownika z systemem kontroli źródeł światła
- 4.9. Technika napędu „direct-drive” lub silnik krokowy ze śrubą kulową

Zamawiający wskazuje możliwość spełnienia dodatkowych kryteriów technicznych (zgodnie z SWZ):

- 4.10. Zwiększony maksymalny czasu opóźnienia powyżej 6 ns
- 4.11. Polepszona stabilność kierunkowa (kątowna) wiązki opóźnionej (RMS) mierzona na wyjściu z układu opóźniającego zgodnie z opisem w rozdz. II ust. 4 pkt 4.5, poniżej 50 μ rad, np. poprzez zastosowanie aktywnego czteroosiowego systemu stabilizacji wiązki działającego podczas pracy ciągłej lasera

Rozdz. III. Dodatkowe wymagania :

5. Wymagania opisane w rozdz. II ust 1-4 muszą być spełnione nie później niż po uzyskaniu stabilnej pracy urządzenia (w okresie nie przekraczającym 1 h od jego uruchomienia), w warunkach w warunkach stabilnej temperatury otoczenia $\pm 0,5$ °C oraz przy zastosowaniu pasywnej stabilizacji wibracyjnej stołu optycznego.
6. Rozmiar układu laserowego musi umożliwiać jego instalację na stole optycznym o rozmiarach poziomych 2500 x 1500 mm.
7. Dostawa układu laserowego, instalacja i justacja, tj. właściwe zsynchronizowanie przez Wykonawcę elementów optycznych opisanych w rozdz. II ust. 1-4, umożliwiająca uzyskanie na jego wyjściu impulsów (spełniających wymagania opisane w rozdz. II ust. 1-3) opóźnionych względem siebie zgodnie z parametrami opisanymi w rozdz. II ust. 4 powyżej
8. Testy SAT w siedzibie Zamawiającego, trwające do w zależności od potrzeb zamawiającego do 4 dni (32 h), po uruchomieniu układu laserowego oraz justacji, w których zakres wchodzi:
 - 8.1. pomiar mocy wiązki fundamentalnej wykonany na wyjściu optycznym lasera femtosekundowego dla wybranych częstotliwości powtarzania w zakresie 1 Hz – 1 MHz
 - 8.2. pomiar mocy wiązki 2giej i 3ciej harmonicznej wykonany na wyjściu z generatora harmonicznych dla wybranych częstotliwości powtarzania w zakresie 1 Hz – 50 kHz
 - 8.3. pomiar struktury czasowej emitowanych ciągów impulsów (czas pomiędzy impulsami)
 - 8.4. pomiar rozkładu przestrzennego gęstości energii wiązki fundamentalnej
 - 8.5. pomiar stabilności kątownej wiązki fundamentalnej za układem do rozdzielania i opóźniania impulsów

Testy SAT mają wykazać spełnienie odpowiednich parametrów progowych zamówienia określonych dla poszczególnych funkcji urządzeń opisanych w rozdz. II powyżej: ust. 1 pkt 1.4 – 1.9, 1.12, 1.13, 1.19; ust.

2 pkt 2.3, 2.4; ust. 4 pkt 4.2, 4.3, 4.5, 4.10, 4.11. Koszty wykonania testów SAT ponosi Wykonawca. W odniesieniu do wymagań opisanych w rozdz. II ust. 1 pkt. 1.9, 1.12, 1.13 testy SAT mogą być zastąpione testami wykonanymi przez Wykonawcę na etapie produkcji i umieszczonymi w raporcie dostarczanego urządzenia.

Wymagania dotyczące energii impulsów opisane w rozdz. II ust. 1 pkt. 1.6, 1.7, 1.19, oraz ust.2 pkt 2.3 i 2.4 mogą być zweryfikowane pomiarem pośrednim wynikającym z pomiaru mocy na zadanej częstotliwości repetycji.

9. Dostarczenie układu laserowego wraz z niezbędnym oprogramowaniem na nośnikach lub w innej formie zgodnie z wymaganiami producenta;
10. Udzielenie przez Wykonawcę lub przez producenta licencji uprawniającej Zamawiającego do korzystania z ww. oprogramowania bez ograniczeń czasowych i terytorialnych na polach eksploatacji określonych w umowie i umożliwiających korzystanie z przedmiotu zamówienia w sposób zgodny z przeznaczeniem;
11. Gwarancja producenta minimum 12 miesięcy na laser femtosekundowy (rozdz. II ust. 1), źródło ultrakrótkich impulsów światła białego (rodz. II ust. 3), oraz moduł generacji harmonicznych (rozdz. II ust. 2) z wyłączeniem kryształów nieliniowych.
12. Gwarancja na pozostałe elementy z rozdz. II ust.4. zgodnie z gwarancją producenta, ale nie mniej niż 12 miesięcy.
13. W przypadku reklamacji, czas reakcji serwisu po pisemnym (np. poprzez email) zgłoszeniu usterki lub nieprawidłowego działania układu nie dłuższy niż 7 dni roboczych.
14. Wykonawca zrealizuje naprawę lub wymianę niewłaściwie działającego urządzenia nie później niż w okresie 8 tygodni od daty zgłoszenia usterki drogą elektroniczną
15. Termin realizacji całości zamówienia (w tym dostawy urządzeń, instalacji, justacji, testów SAT) nie później niż do 16 grudnia 2024 r.
16. Wykonawca przekaze Zamawiającemu dokumenty: warunki gwarancji w j. polskim lub angielskim, instrukcje obsługi w j. polskim lub angielskim, warunki licencji na oprogramowanie j. polskim lub angielskim i inne, np. wytyczne techniczne Wykonawcy dotyczące justacji układu itp.