



INSTYTUT OPTOELEKTRONIKI



BADANIA

Baza sprzętowa oraz know-how zespołu naukowego pozwalają na prowadzenie badań w obszarach:

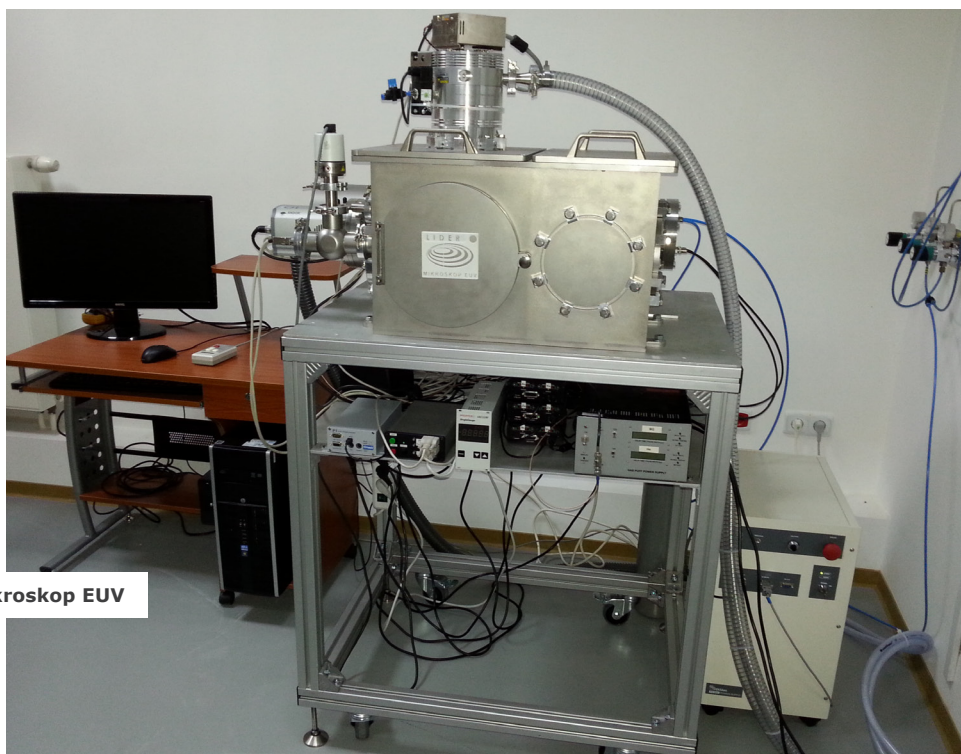
- ♦ nanoobrazowania z rozdzielczością przestrzenną 50 nm w zakresie skrajnego nadfioletu (ang. *Extreme Ultraviolet* – EUV), długość fali: 13,8 nm, emisja z plazmy argonowej;
- ♦ nanoobrazowania z rozdzielczością 60 nm w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego (ang. *Soft X-ray* – SXR), długość fali: 2,88 nm, emisja z plazmy azotowej, w tym możliwość obrazowania próbek w trybie tomografii 3D;
- ♦ nanoobrazowania kontaktowego z rozdzielczością 80 nm dla próbek w próżni oraz dla próbek biologicznych w atmosferze helowej, w tym próbek żywych w zakresie spektralnym okna wodnego, długość fali: 2,2-4,4 nm.

Są to unikalne rozwiązania mikroskopów obrazujących w zakresie nanometrowym, służące do pozyskiwania informacji o próbkach ultracienkich (kilka, kilkadziesiąt nanometrów), z uwagi na silny kontrast optyczny w zakresie EUV i próbek biologicznych z uwagi na naturalny kontrast w zakresie SXR pomiędzy węglem w strukturach biologicznych i tlenem (wodą) wewnątrz komórek. Mikroskopy nie pracują z wiązką elektronów, która może uszkadzać delikatne próbki.

W laboratorium prowadzone są również badania w obszarach:

- ♦ spektroskopii absorpcyjnej w zakresie okna wodnego dla pierwiastków lekkich, organicznych (węgiel, tlen, azot – powłoki K i tytan – powłoka L, zakres energii fotonów od 200 eV do 600 eV);
- ♦ spektroskopii absorpcyjnej do energii 1 keV – pierwiastki Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn – powłoki L).

Urządzenia te pozwalają na badania spektroskopowe w pobliżu krawędzi absorpcji NEXAFS (ang. Near Edge X-ray Absorption Spectroscopy) i EXAFS (ang. Extended X-ray Absorption Fine Structure) do energii fotonów 1 keV – funkcjonalność podobna do układów spektroskopów na synchrotronach, jednakże w środowisku laboratoryjnym, w przypadku zmniejszenia kosztów przewidzianych na badania, z użyciem układów kompaktowych.



Mikroskop EUV



WYPOSAŻENIE

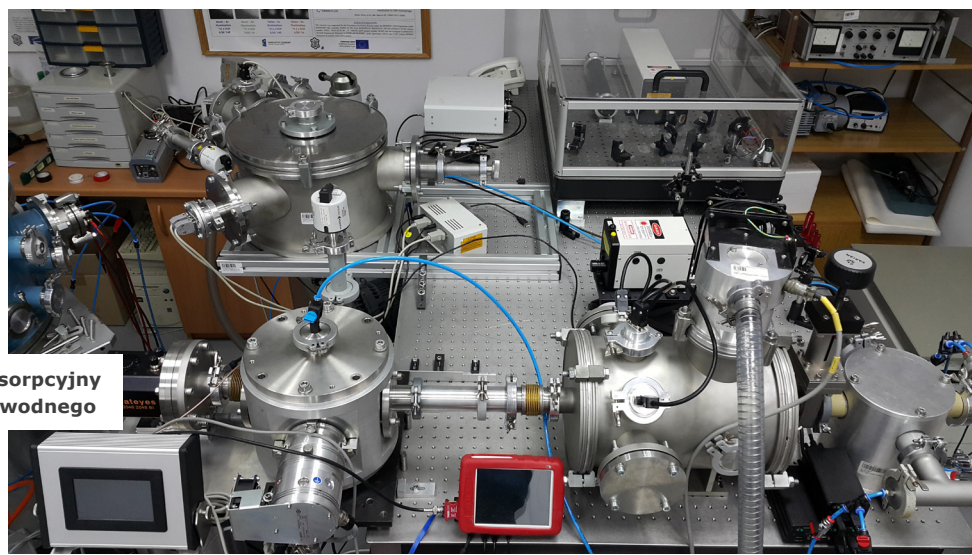
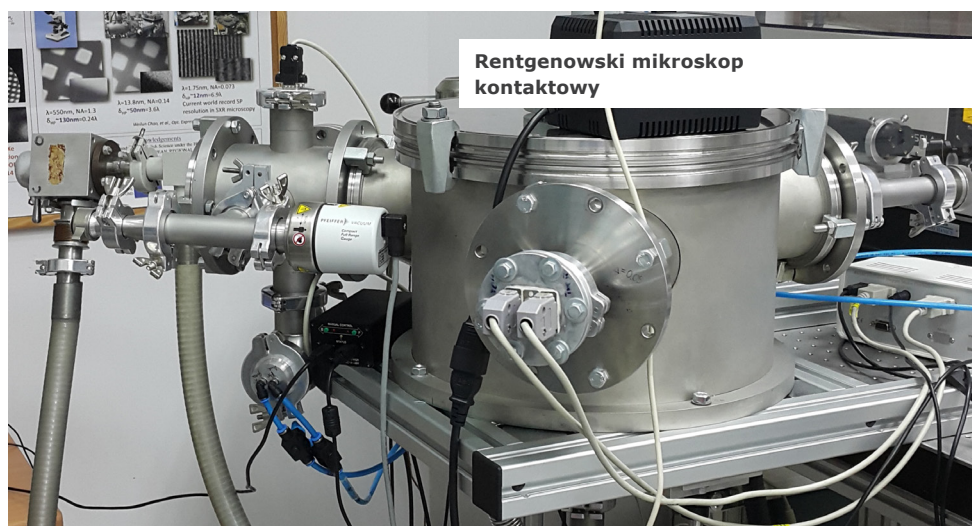
Na bazę laboratoryjną Laboratorium Nanoobrazowania i Spektroskopii Rentgenowskiej składają się trzy pomieszczenia o powierzchni ok. 120 m² z zainstalowanymi systemami chłodzenia i wentylacji, doprowadzeniami gazów szlachetnych. Laboratoria wyposażone są w stoły optyczne i specjalnie do tego przeznaczony trójfazowy system zasilania. Układy mikroskopów przystosowane są do badania próbek nieorganicznych i organicznych, w tym próbek biologicznych, w trybie nanoobrazowania 2D i 3D oraz do spektroskopii absorpcyjnej pierwiastków do $Z = 8$ (powłoka K) i $Z = 30$ (powłoka L).

Wyposażenie laboratorium obejmuje m.in.:

- ♦ mikroskop EUV jasnego pola (ang. *full field*) – źródło plazmowe na tarczy argonowo-helowej, emisja 13,8 nm, kondenser – zwierciadło pozaosiowe Mo/Si, 45°, obiektyw – płytka strefowa Fresnela o szerokości ostatniej strefy 50 nm. Rozdzielczość połówkowa przestrzenna 48 nm. Ekspozycja 100-500 impulsów, repetycja 10 Hz. Detektor – kamera rentgenowska Andor iKon. Obrazy 1 k x 1 k pikseli;
- ♦ mikroskop SXR jasnego pola (ang. *full field*) na zakres okna wodnego do zastosowań biologicznych – źródło plazmowe na tarczy azotowo-helowej, emisja 2,88 nm, kondenser – zwierciadło osiowe elipsoidalne, niklowe, obiektyw – płytka strefowa Fresnela o szerokości ostatniej strefy 60 nm. Rozdzielczość połówkowa przestrzenna 60 nm. Ekspozycja 50-500 impulsów, repetycja 10 Hz. Detektor – kamera rentgenowska Greateyes GE 2048 x 2048. Obrazy 2 k x 2 k pikseli;



- ♦ mikroskop kontaktowy rentgenowski na zakres okna wodnego – emisja ze źródła laserowo-plazmowego argonowo-helowego. Możliwość obrazowania próbek w próżni i w atmosferze gazu He, możliwość obrazowania próbek biologicznych, w tym żywych. Detektor – wysokorozdzielczy fotorezyst PMMA, digitizacja – AFM Nanoscope IV, Veeco. Rozdzielczość przestrzenna 80 nm (detektora 10 nm), czas ekspozycji 200-1000 impulsów SXR, repetycja 10 Hz;
- ♦ spektroskop absorpcyjny na zakres okna wodnego – emisja ze źródła laserowo-plazmowego opartego na tarczy kryptonowo-helowej, emisja 240-550 eV, detekcja – spektrometr rentgenowski na siatce odbiciowej, zakres 200-1100 eV. Rozdzielczość spektralna $E/\Delta E$ od 100 do 500, regulowana. Ekspozycja 30-500 impulsów, repetycja 10 Hz. Próbki do grubości 500 nm na membranach z azotku krzemu lub wolnostojące. Możliwość pozycjonowania 2D próbek. Możliwość badania w trybie spektromikroskopii. Możliwość zmiany zakresu spektralnego za pomocą różnych filtrów absorpcyjnych;
- ♦ spektroskop absorpcyjny na zakres spektralny (energii fotonów) do 1 keV – emisja ze źródła laserowo-plazmowego opartego na tarczy ksenonowo-helowej, emisja 400-1100 eV, detekcja – spektrometr rentgenowski na siatce odbiciowej, zakres 200-1100 eV. Rozdzielczość spektralna $E/\Delta E$ od 100 do 500, regulowana. Ekspozycja 50-500 impulsów, repetycja 10 Hz. Próbki do grubości 300 nm na membranach z azotku krzemu lub wolnostojące.





OFERTA

Laboratorium oferuje usługi dotyczące:

- ♦ fotonowego nanoobrazowania w zakresie spektralnym EUV i SXR z nanometrową rozdzielczością przestrzenną;
- ♦ spektroskopii absorpcyjnej w pobliżu krawędzi absorpcji w trybie NEXAFS i w trybie EXAFS;
- ♦ współpracy z innymi podmiotami naukowymi w zakresie wykorzystania urządzeń do nanoobrazowania, badań nad nowymi technikami i technologiami związanymi z nanoobrazowaniem, nie tylko w zakresie rentgenowskim, oraz spektroskopią w zakresie rentgenowskim, know-how w tym zakresie oraz możliwości zapewnienia bazy laboratoryjnej celem prowadzenia badań interdyscyplinarnych;
- ♦ współpracy z podmiotami biznesowymi w zakresie wdrażania opracowanych rozwiązań mikroskopów i spektroskopów do przemysłu, np. zastosowania w biologii, medycynie, materiałoznawstwie i nanotechnologii.



Spektroskop absorpcyjny na zakres energii fotonów do 1 keV

KONTAKT

gen. dyw. prof. dr hab. inż. Przemysław Wachulak
przemyslaw.wachulak@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 540
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w zakresie:

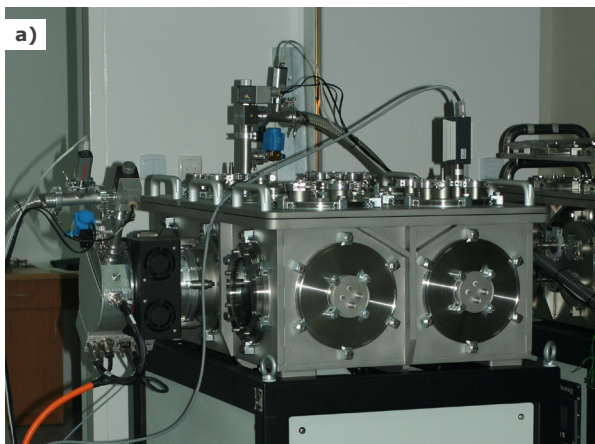
- ♦ pomiarów promieniowania o długości fali 1-130 nm (VUV-SXR):
 - ◇ badania spektralne źródeł promieniowania;
 - ◇ wyznaczanie współczynników transmisji i odbicia materiałów oraz elementów optycznych;
- ♦ odporności materiałów na:
 - ◇ promieniowanie VUV-SXR;
 - ◇ plazmę nisko- i wysokotemperaturową;
- ♦ mikroskopii:
 - ◇ pomiary mikroskopowe SEM;
 - ◇ obrazowanie w zakresie EUV i SXR;
- ♦ pomiarów czasowo-przestrzennych:
 - ◇ optyczne z zastosowaniem kamery smugowej;
 - ◇ cieniografia impulsowa.



WYPOSAŻENIE

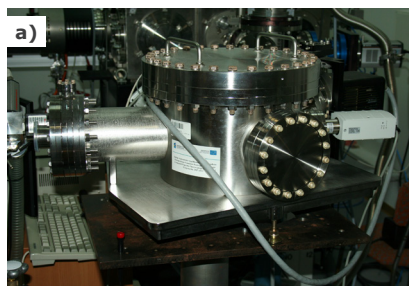
Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

- ♦ laserowo-plazmowe źródła promieniowania VUV-SXR;

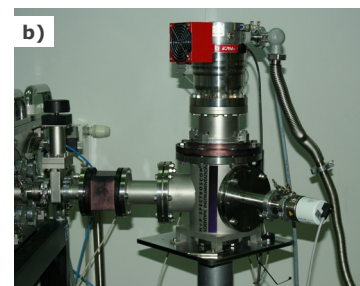


- a) Komora próżniowa eksperymentalnego systemu laserowo-plazmowego źródła promieniowania VUV-SXR bazującego na nanosekundowym systemie laserowym Nd:YAG o energii impulsu do 10 J
- b) Komora próżniowa eksperymentalnego systemu laserowo-plazmowego źródła promieniowania EUV bazującego na nanosekundowym systemie laserowym Nd:YAG o energii impulsu 0,8 J

- ♦ spektrografy: spektrograf McPherson model 251 (zakres pomiarowy: 10-100 nm, rozdzielczość: $\lambda/\Delta\lambda = 500$); spektrograf Dr. Hoerlein + Partner GbR (zakres pomiarowy: 40-250 nm, rozdzielczość: $\lambda/\Delta\lambda = 500$);
- ♦ kamera smugowa Hamamatsu C10910 – jest wyposażona w dwa układy prześwietlania M10912 (zakres pomiarowy: 100 ps – 50 ns, rozdzielczość czasowa: < 1 ps) i M10913 (zakres pomiarowy: 1,2 ns – 1 ms, rozdzielczość czasowa: < 20 ps);
- ♦ skaningowy mikroskop elektronowy (SEM) Quanta 3D FEG firmy FEI wyposażony dodatkowo w kolumnę jonową FIB oraz spektrometry rentgenowskie EDS i WDS. Rozdzielczość mikroskopu dla wiązki elektronowej wynosi 1,2 nm, a dla wiązki jonowej 7 nm. Spektrometr EDS służy do detekcji wszystkich pierwiastków od berylu włącznie. Rozdzielczość wynosi ok. 130 eV. Spektrometr WDS LambdaSpec LEXS charakteryzuje się wysoką rozdzielczością spektralną wynoszącą 8 eV dla linii Be Ka. Posiada 5 wymiennych kryształów analizujących obejmujących zakres energetyczny od 90 eV do 2700 eV.



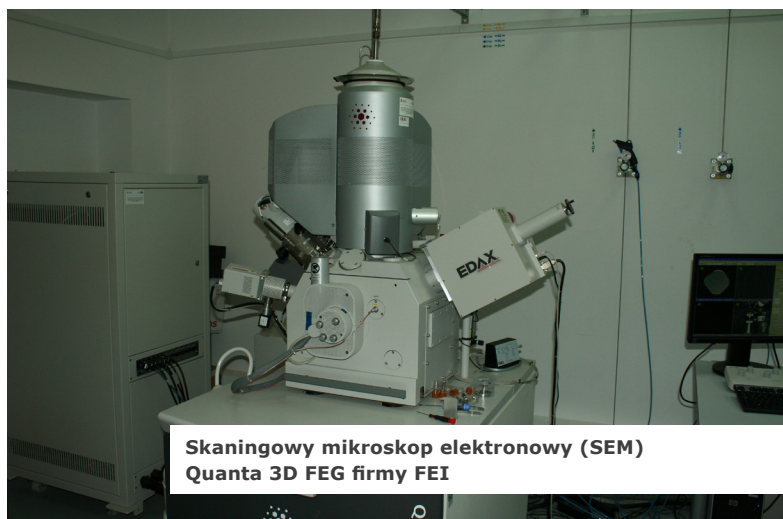
a) Spektrograf McPherson model 251



b) Spektrograf Dr. Hoerlein + Partner GbR



Kamera smugowa Hamamatsu C10910

Skaningowy mikroskop elektronowy (SEM)
Quanta 3D FEG firmy FEI

KONTAKT

dr hab. inż. Andrzej Bartnik
andrzej.bartnik@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 612
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w obszarze:

- ♦ laserów dużej mocy:
 - ◇ badania rozkładów przestrzennych wiązek laserowych dużej mocy w ujęciu spektralnym do 1100 nm;
 - ◇ badania widma emisji w zakresie 500-1100 nm;
 - ◇ badania mocy średniej w zakresie 0,5-30 kW;
 - ◇ badania niszczące oddziaływania promieniowania laserowego z materiają;
 - ◇ badania wpływu promieniowania dużej mocy na elementy optyczne;
- ♦ laserów bliskiej i średniej podczerwieni:
 - ◇ badania rozkładów przestrzennych wiązek laserowych w zakresie spektralnym średniej podczerwieni;
 - ◇ badania widma emisji w zakresie do 12 μm ;
 - ◇ badania mocy średniej do 150 W.



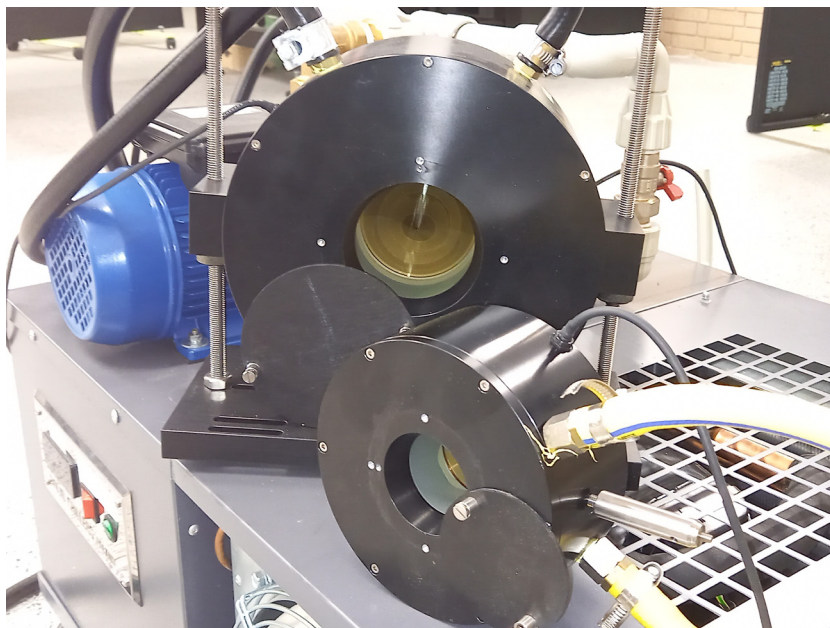
WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

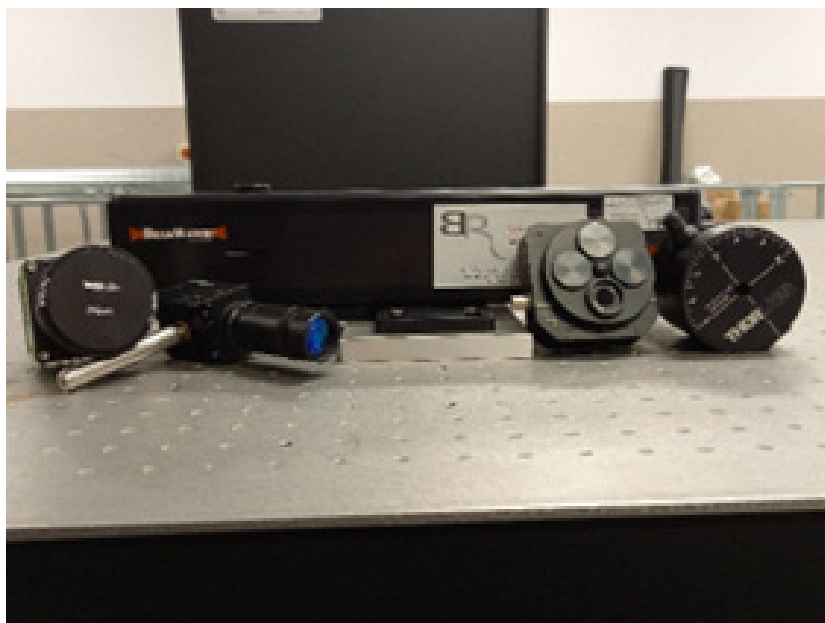
- ♦ układy laserowe dużej mocy: 1 kW, 10 kW;



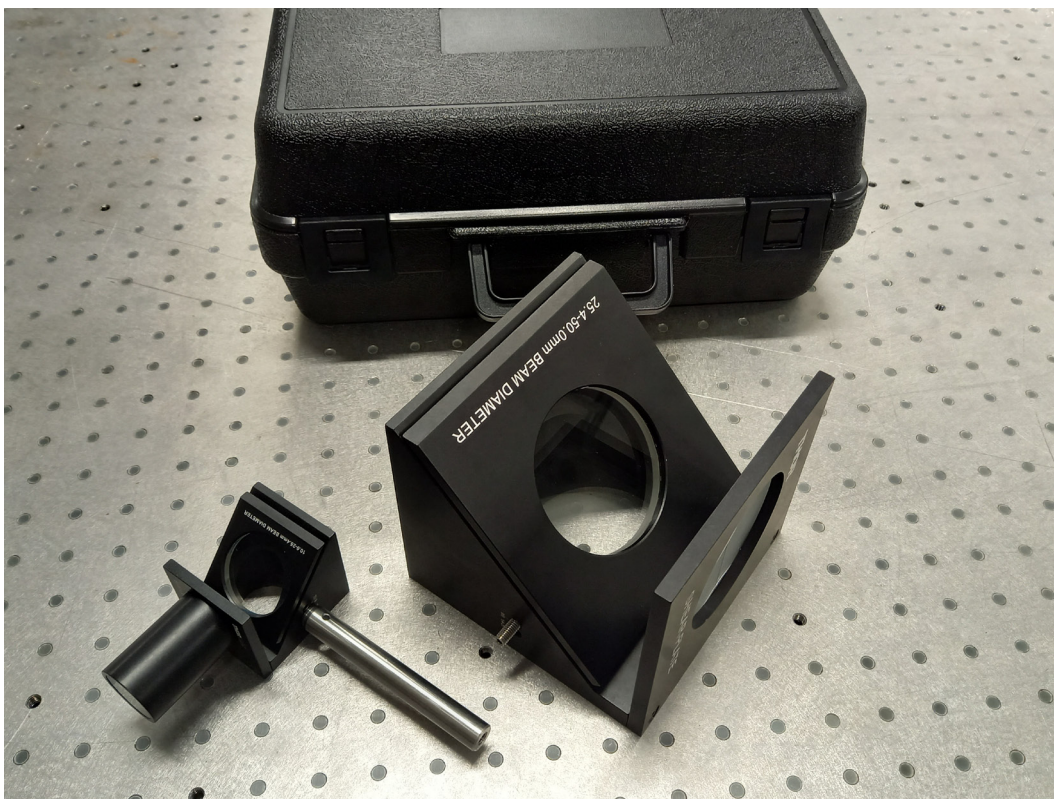
- ♦ przyrządy do pomiaru mocy: zakresy do 10 kW, 30 kW, 150 W;



- ♦ przyrządy do charakteryzacji rozkładu wiązki laserowej: profilometry szczelinowe i kamery pomiarowe;



- ♦ przyrządy do charakteryzacji optyki: interferometry, miernik frontu falowego Shacka–Hartmanna.



SZKOLENIA

Laboratorium oferuje szkolenia obejmujące zajęcia teoretyczne, obliczeniowe oraz praktyczne w następujących obszarach/zakresach:

- ♦ budowy i działania laserów;
- ♦ optyki laserowej z uwzględnieniem efektów termooptycznych i nieliniowych;
- ♦ zasad działania broni laserowej.



OFERTA

Laboratorium oferuje usługi dotyczące:

- ♦ projektowania laserów objętościowych w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni;
- ♦ projektowania elementów optycznych do urządzeń laserowych;
- ♦ kompleksowych badań nowych ośrodków laserowych;
- ♦ diagnostyki parametrów wiązek laserowych dużych mocy w zakresie widzialnym i podczerwieni;
- ♦ oddziaływania promieniowania laserowego dużej mocy średniej z materiałami;
- ♦ ekspertyz i analiz w zakresie:
 - ◇ zasad działania, konstrukcji, parametrów broni laserowej;
 - ◇ wpływu atmosfery na propagację wiązek laserowych;
 - ◇ odporności materiałów i elementów mechanicznych, optycznych i optoelektronicznych na duże gęstości mocy promieniowania.

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Jan Jabczyński
jan.jabczynski@wat.edu.pl

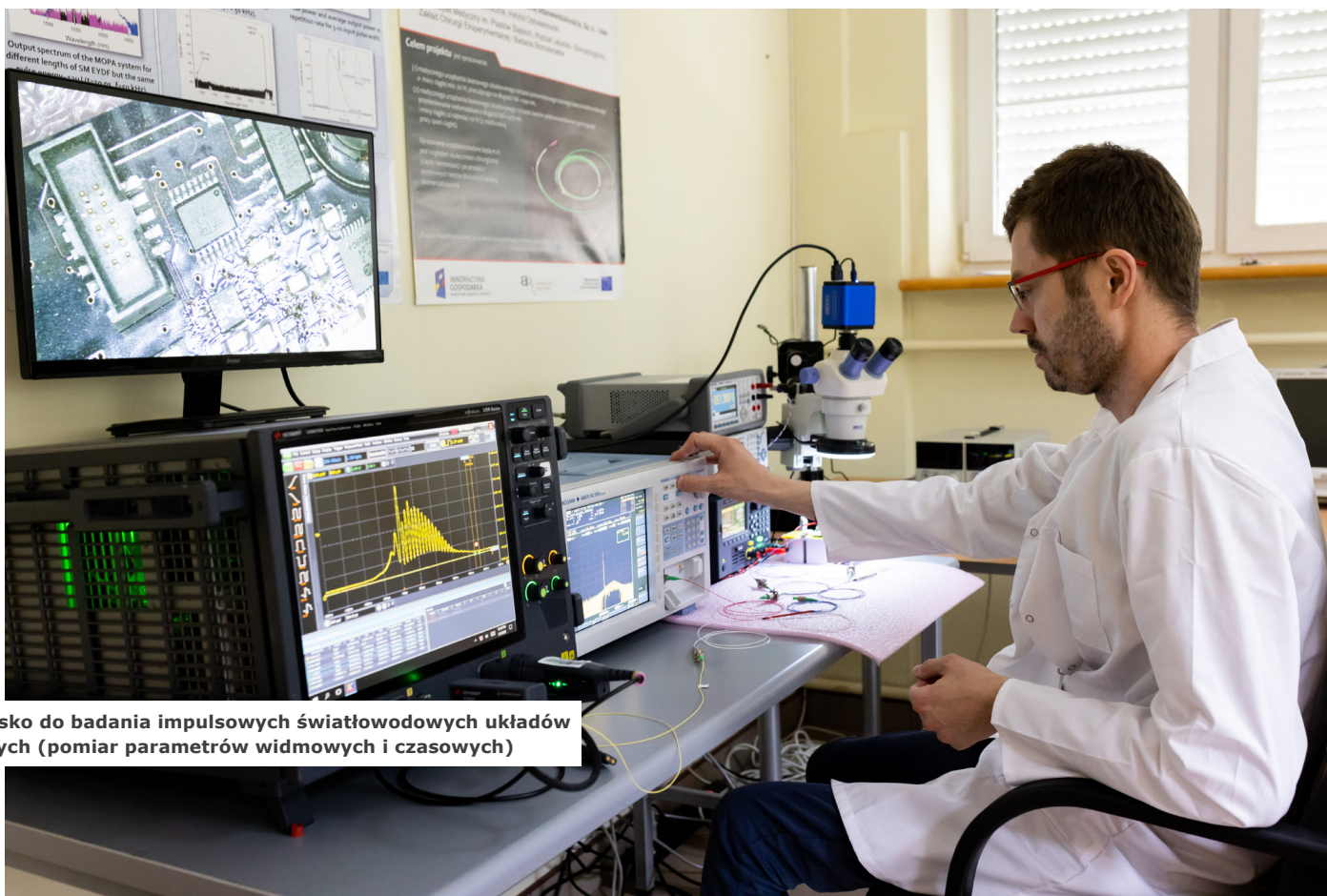
tel. +48 261 839 617
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Baza sprzętowa oraz know-how zespołu naukowego pozwalają na prowadzenie badań i świadczenie usług w zakresie:

- ♦ laserów i wzmacniaczy światłowodowych generujących promieniowanie w paśmie widmowym bliskiej i średniej podczerwieni, w tym układów emitujących impulsy promieniowania o czasie trwania rzędu femtosekund, pikosekund i nanosekund;
- ♦ światłowodowych źródeł promieniowania supercontinuum zakresu widmowego bliskiej i średniej podczerwieni;
- ♦ budowy układów laserowych w technice całkowicie światłowodowej;
- ♦ spawania światłowodów specjalnych (PM, PCF) i optymalizacji połączeń włókien optycznych o różnych parametrach geometrycznych oraz wykonywania wybranych komponentów światłowodowych (m.in. taperów o średnicy od kilku do kilkuset mikrometrów);
- ♦ konstrukcji układów zasilania, chłodzenia oraz układów sterowania do urządzeń laserowych;
- ♦ prac badawczo-konstrukcyjnych dotyczących wdrażania opracowanych rozwiązań do zastosowań docelowych (m.in. w wojsku, medycynie).



Stanowisko do badania impulsowych światłowodowych układów laserowych (pomiar parametrów widmowych i czasowych)



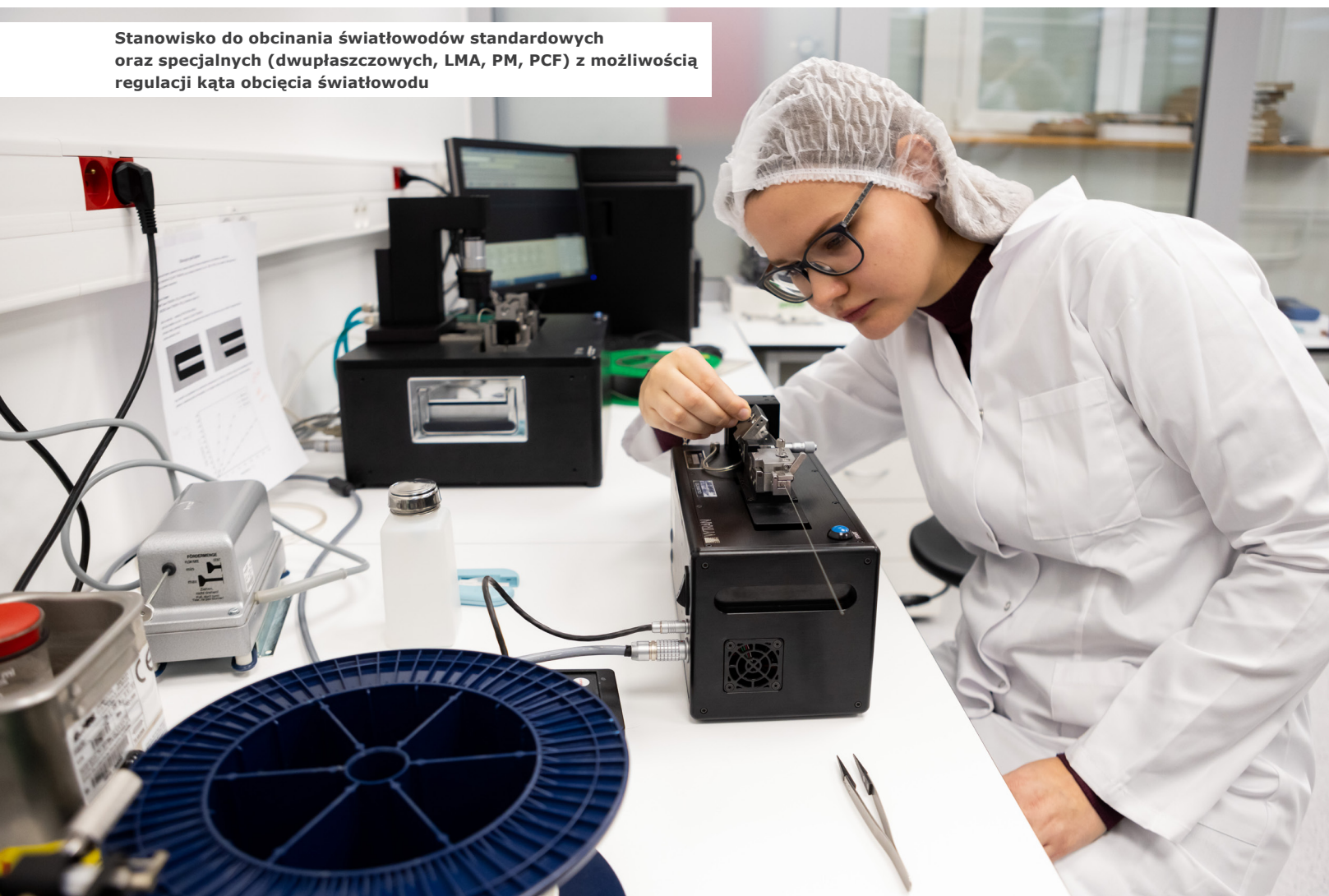


WYPOSAŻENIE

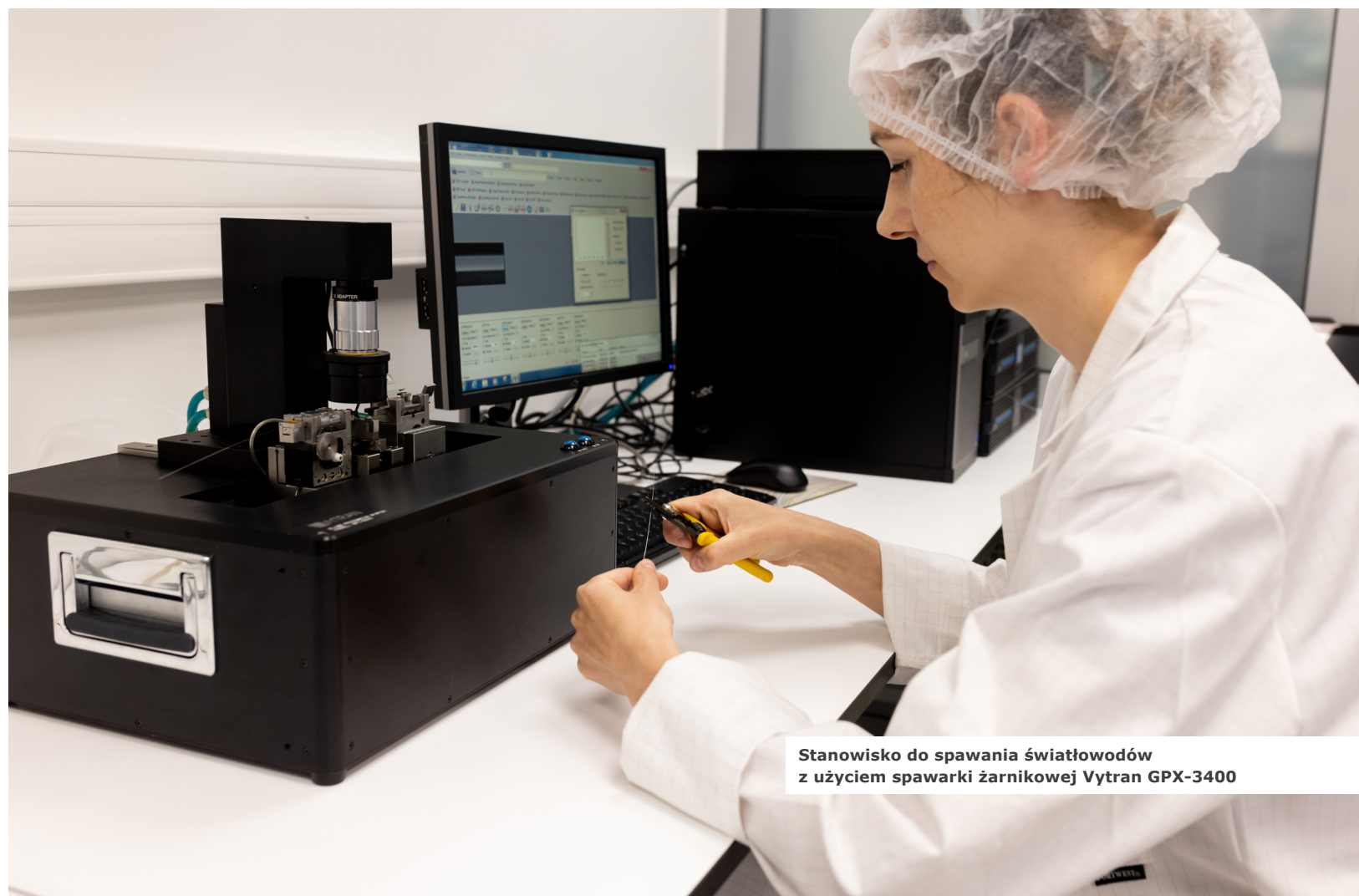
Na bazę laboratoryjną składają się cztery pomieszczenia o powierzchni ok. 200 m² z zainstalowanymi systemami chłodzenia i wentylacji, w tym pomieszczenie typu *clean room* o klasie czystości co najmniej ISO6. Laboratorium wyposażone jest w stoły optyczne i specjalny system zasilania. Stano-wiska pomiarowe przystosowane są do kompleksowej charakteryzacji parametrów promieniowania laserowego w obszarze bliskiej i średniej podczerwieni, budowy światłowodowych układów laserowych oraz prowadzenia testów końcowych konstruowanych urządzeń laserowych. Wyposażenie laboratorium obejmuje m.in.:

- ♦ analizator RF sygnałów elektrycznych Keysight UXA N9040B o paśmie pomiarowym 2 Hz – 50 GHz
- ♦ oscyloskop cyfrowy 1 GHz, Agilent;
- ♦ oscyloskop cyfrowy 6 GHz, 25 GSa/s, Tektronix;

Stano-wisko do obcinania światłowodów standardowych oraz specjalnych (dwupłaszczowych, LMA, PM, PCF) z możliwością regulacji kąta obcięcia światłowodu



- ♦ zestaw fotodetektorów EOT do pomiaru impulsów piko- i nanosekundowych w zakresie widmowym 1,5 μm i 2 μm ;
- ♦ analizator widma optycznego Yokogawa AQ6375 (pasmo pomiarowe: 1200-2400 nm);
- ♦ spektrometr Spiricon SP2300i (pasmo pomiarowe: 650-5500 nm);
- ♦ analizatory widma optycznego Thorlabs OSA305C oraz OSA207C (pasmo pomiarowe: 1000-12000 nm);
- ♦ autokorelator Femtochrome FR 103MC do pomiaru impulsów o czasie trwania 5 fs – 15 ps w zakresie widmowym 1200-2200 nm;
- ♦ mierniki mocy optycznej Ophir z zestawem głowic pomiarowych do pomiaru mocy od 15 μW do 1 kW;
- ♦ autokorelator Femtochrome FR 103WS do pomiaru impulsów o czasie trwania 15 fs – 300 ps, w paśmie widmowym 850-3100 nm;



Stanowisko do spawania światłowodów
z użyciem spawarki żarnikowej Vytran GPX-3400

- ♦ różne układy zasilania (0-120 V, 0-85 A) i chłodzenia do diod laserowych;
- ♦ generator przebiegów arbitralnych RIGOL DG3121A;
- ♦ kamerę pyroelektryczną Pyroam III;
- ♦ drukarkę 3D Raise3D E2;
- ♦ elektrodową spawarkę światłowodową ARC Master Fujikura FSM-100P+;
- ♦ żarnikową spawarkę światłowodową Vytran GPX-3400 z dodatkowym wyposażeniem (recoatery serii PTR, obcinarki światłowodowe serii LDC, stripper FPS301) umożliwiającą obróbkę światłowodów o średnicy od 80 μm do 1,25 mm;
- ♦ analizator jakości wiązki promieniowania laserowego LBA M2-200;
- ♦ kamerę OMA V firmy Princeton Instruments;
- ♦ zestaw diod laserowych z wyjściem światłowodowym o długości fali 808 nm, 790 nm i 976 nm o sumarycznej mocy wyjściowej >2 kW.

Pomieszczenie *clean room*
do spawania światłowodów

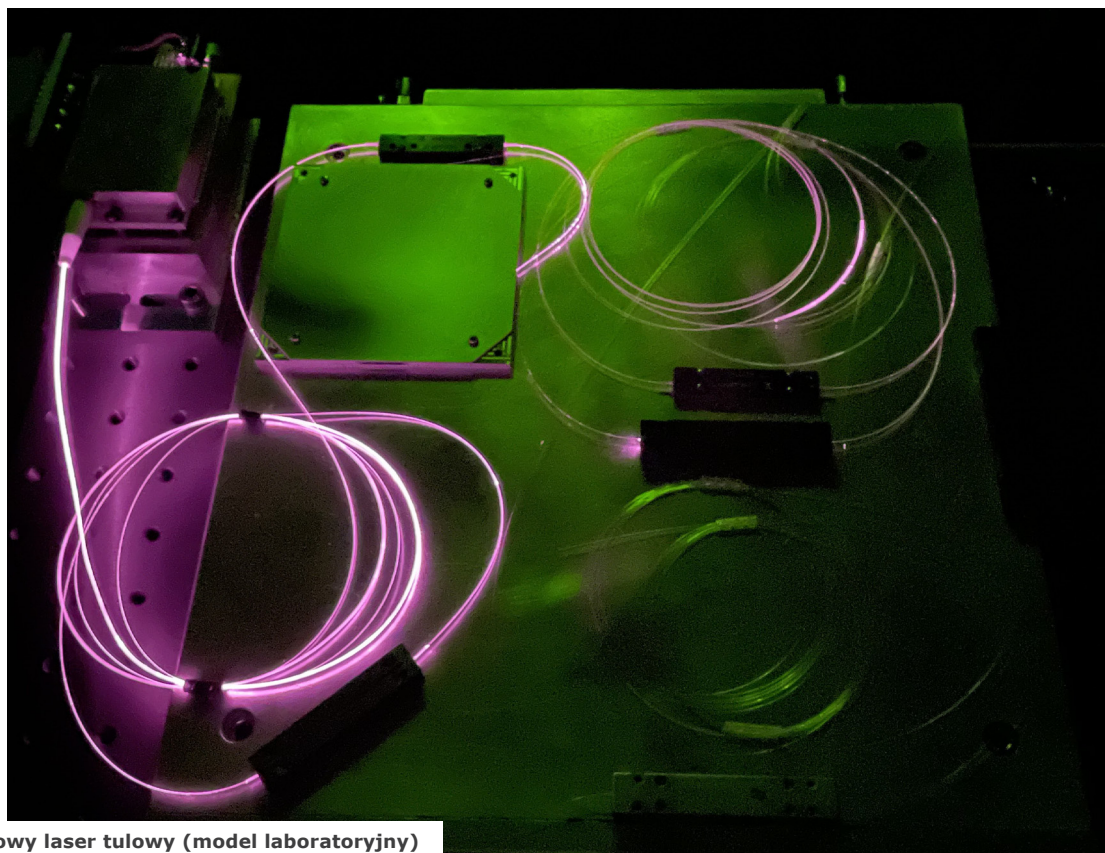




OFERTA

Laboratorium oferuje usługi dotyczące:

- ♦ projektowania elementów i systemów elektronicznych do techniki laserowej;
- ♦ konstrukcji układów laserowych według wymagań zainteresowanych podmiotów zewnętrznych;
- ♦ współpracy z innymi podmiotami naukowymi w zakresie wykorzystania urządzeń laserowych, know-how oraz bazy laboratoryjnej celem prowadzenia badań interdyscyplinarnych;
- ♦ współpracy z podmiotami biznesowymi w zakresie wdrażania opracowanych rozwiązań w przemyśle (np. zastosowania laserów w medycynie czy w komunikacji optycznej).



Światłowodowy laser tulowy (model laboratoryjny)
generujący promieniowanie o długości fali 2034 nm

KONTAKT

płk prof. dr hab. inż. Jacek Świderski
jacek.swiderski@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 842
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań dotyczących techniki podczerwieni i termowizji oraz technologii elementów optycznych dotyczących:

- ♦ pomiarów hiperspektralnych w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni:
 - ◇ wykrywanie i identyfikacja gazowych skażeń chemicznych;
 - ◇ analiza stężeń gazowych skażeń chemicznych;
- ♦ pomiarów elementów optycznych:
 - ◇ średnica $\Phi < 220$ mm;
 - ◇ pomiary powierzchni płaskich, pomiary równoległości powierzchni płaskich;
 - ◇ pomiary powierzchni sferycznych, również półsfery wypukłych;
 - ◇ pomiary powierzchni asferycznych;
 - ◇ pomiary układów w transmisji;
- ♦ pomiarów parametrów urządzeń optoelektronicznych wykonywanych w ramach laboratorium akredytowanego:
 - ◇ kamer podczerwieni: NETD, SiTF, MRTD, MTF, CTF, FoV, szum $1/f$;
 - ◇ kamer na zakres widzialny: MRC, rozdzielczość, MTF, CTF, FoV, szum $1/f$;
- ♦ pomiarów termowizyjnych:
 - ◇ pomiary radiometryczne;
 - ◇ zdalne pomiary temperatury.



WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

- ♦ Fourierowskie spektrometry obrazowe:



Obrazujące spektrometry Fourierowskie na zakres średniej (MWIR) i dalekiej (LWIR) podczerwieni

- ◇ HyperCam MWIR-E:
 - ◆ FPA: 320 x 256 InSb;
 - ◆ zakres spektralny: 1,5-5,5 μm ;
 - ◆ rozdzielczość spektralna: 0,25-150 cm^{-1} ;
 - ◆ pole widzenia: 6,4° x 5,1°;
- ◇ HyperCam LWIR:
 - ◆ FPA: 320 x 256 HgCdTe;
 - ◆ zakres spektralny: 7,7-11,75 μm ;
 - ◆ rozdzielczość spektralna: 0,25-150 cm^{-1} ;
 - ◆ pole widzenia: 6,4° x 5,1°;
- ◆ pomiarowe kamery termowizyjne FLIR:



Kamera FLIR SC5600



Kamera FLIR SC7900LV

- ◇ SC2200N:
 - ◆ FPA: 320 x 256 HgCdTe;
 - ◆ zakres spektralny: 0,8-2,2 μm ;
 - ◆ NETD: 1,12 Me;
 - ◆ zakres pomiaru temperatury: 0-2000°C;
 - ◆ pole widzenia: 22° x 17°, 11° x 9°, 7° x 6°, 5° x 4°;
- ◇ SC5600:
 - ◆ FPA: 640 x 512 InSb;
 - ◆ zakres spektralny: 2,5-5,1 μm ;
 - ◆ NETD: 25 mK;
 - ◆ zakres pomiaru temperatury: -20-1500°C;
 - ◆ pole widzenia: 22° x 17°, 11° x 8°, 2,75° x 2,2°;

- ◇ SC7900LV:
 - ◆ FPA: 320 x 256 HgCdTe;
 - ◆ zakres spektralny: 7,7-11,5 μm ;
 - ◆ NETD: 25 mK;
 - ◆ zakres pomiaru temperatury: -20-1500°C;
 - ◆ pole widzenia: 45° x 36°, 20° x 16°, 10° x 8°, 5,5° x 4,4°;
- ◆ interferometr stitchingowy SSI-A;



Interferometr QED SSI-A

- ◆ stanowisko do pomiaru parametrów kamer termowizyjnych CI-Systems METS L-12”:



Stanowisko do pomiaru parametrów kamer termowizyjnych

- ◇ pole widzenia: 2,9°;
- ◇ apertura: 300 mm;
- ◇ ogniskowa kolimatora: 1780 mm;
- ◇ testy paskowe;
- ◆ powierzchniowe wzorce promieniowania CI-Systems:



Ciała czarne CI-Systems 12"

- ◇ powierzchnia promiennika 12":
 - ◆ zakres temperatury: od -20°C do 150°C;
 - ◆ zakres różnicowy temperatury: od -45°C do 125°C;
- ◇ powierzchnia promiennika 14":
 - ◆ zakres temperatury: od -40°C do 80°C;
 - ◆ zakres różnicowy temperatury: od -10°C do 40°C;
- ◇ powierzchnia promiennika 20":
 - ◆ zakres temperatury: od 10°C do 80°C;
- ◆ wewnętrzne wzorce promieniowania CI-Systems:
 - ◇ apertura: od 0,8 mm do 22,2 mm;
 - ◇ zakres temperatury: od 50°C do 1200°C;

- ◆ napylarka PE-CVD do nanoszenia warstw DLC.



Napylarka DLCcs



SZKOLENIA

Laboratorium oferuje szkolenia w następujących obszarach:

- ◆ analiza danych pomiarowych z kamer termowizyjnych oraz hiperspektralnych spektrometrów obrazowych;
- ◆ wykonywanie pomiarów termowizyjnych.



OFERTA

Laboratorium oferuje następujące usługi dotyczące:

- ♦ projektowania układów optycznych w zakresie podczerwieni;
- ♦ projektowania układów cyfrowych i mikroprocesorowych, w szczególności do analizy przetwarzania sygnałów i obrazów;
- ♦ projektowania i programowania systemów wbudowanych z zastosowaniem układów mikroprocesorowych, programowalnych i SoC;
- ♦ opracowania i implementacji algorytmów przetwarzania danych w językach VHDL, Verilog oraz języku C/C++ i Python;
- ♦ pomiarów termowizyjnych;
- ♦ pomiarów parametrów kamer termowizyjnych;
- ♦ projektowania eksperymentalnych, obserwacyjnych i pomiarowych urządzeń termowizyjnych;
- ♦ nanoszenia warstw DLC dla techniki podczerwieni.

KONTAKT

dr inż. Sławomir Gogler
slawomir.gogler@wat.edu.pl

tel. +48 261 837 579
<https://ioe.wat.edu.pl/>

**BADANIA**

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w zakresie:

- ◆ spektroskopii optycznej:
 - ◇ pomiary widm UV-Vis-NIR:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: 170-3300 nm;
 - ◆ pomiary widm transmitancji oraz reflektancji;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy;
 - ◇ pomiary barwy;
 - ◇ pomiary widm FT-IR:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: 2,5-25 μm (400-4000 cm^{-1});
 - ◆ pomiary widm transmitancji, DRIFT, ATR;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy;
 - ◇ pomiary widm fluorescencji:
 - ◆ zakres długości fali wzbudzenia: 200-900 nm;
 - ◆ zakres długości fali emisji: 200-900 nm;
 - ◆ pomiary widm emisyjnych, wzbudzeniowych oraz map emisyjno-wzbudzeniowych;
 - ◆ pomiary czasów zaniku fluorescencji z wykorzystaniem techniki TCSPC i stroboskopowej;
 - ◆ pomiary laserowo wzbudzonej fluorescencji 224, 266, 375 i 405 nm;
 - ◆ analiza ciał stałych i cieczy;
- ◆ spektroskopii ramanowskiej:
 - ◇ pomiary widm Ramana:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: 400-4000 cm^{-1} ;
 - ◆ laser wzbudzający: długość fali 1064 nm;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy, a także roztworów wodnych;
- ◆ pomiarów termowizyjnych;
- ◆ pomiarów pyłów i bioaerozoli w powietrzu:
 - ◇ pomiar stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu w zakresie 0,3-40 μm ;
 - ◇ pomiar obecności i stężenia cząstek biologicznych w powietrzu;
- ◆ pomiarów chropowatości powierzchni.



WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w komercyjną aparaturę badawczą oraz opracowaną zgodnie z indywidualnymi potrzebami:

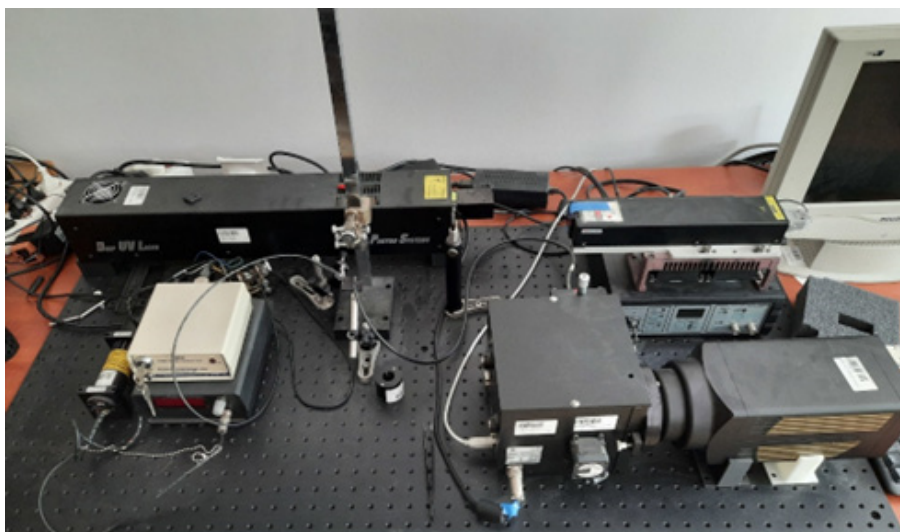
- ♦ spektrometry podczerwieni i Ramana;



- ♦ fluorometr Edinburgh Instruments do pomiarów widm wzbudzeniowych, emisyjnych, map wzbudzeniowo-emisyjnych, charakterystyk zaniku fluorescencji;



- ♦ unikatowy układ do pomiaru laserowo wzbudzonej fluorescencji wyposażony w wysokoczułą kamerę ICCD Princeton Instruments;



- ♦ układ do pomiarów czasów życia fluorescencji EasyLife LS z czterema źródłami wzbudzenia: 280 nm, 297 nm, 340 nm, 460 nm;



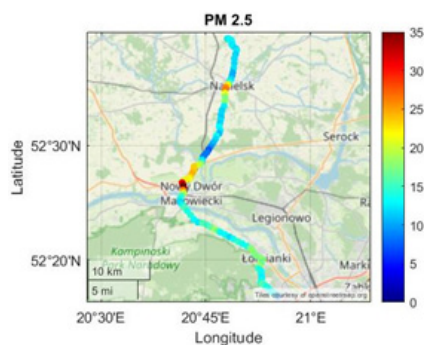
- ♦ układy do badania pojedynczych cząstek w powietrzu z możliwością określania wielkości, kształtu i fluorescencyjnej detekcji cząstek biologicznych;



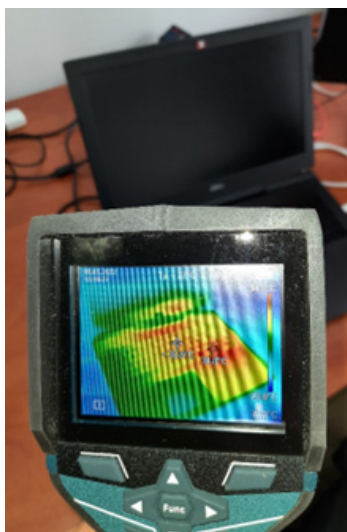
- ♦ mobilny czujnik bioaerozoli – BARDet (konstrukcja własna). Biodetektor zamontowany na robocie PIAP;



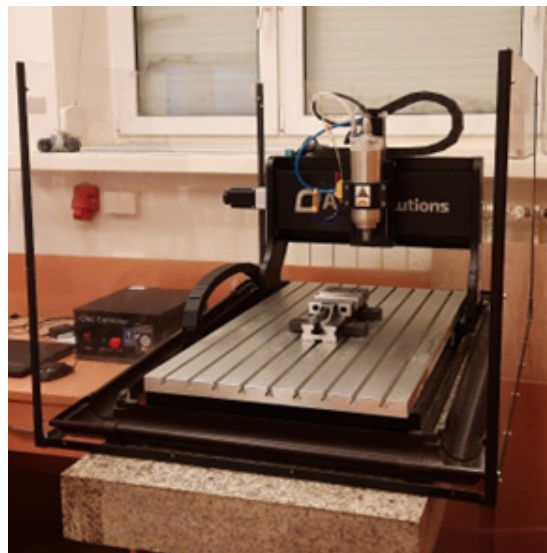
- ♦ mobilny czujnik pyłów zawieszonych PM₁, PM_{2.5} i PM₁₀ z możliwością korelowania danych z położeniem oparty na module Alphasense OPC-N3 (konstrukcja własna);



- ♦ stanowisko do badania rozkładu temperatury i emisyjności względnej materiałów elektronicznych, konstrukcyjnych, budowlanych;



- ♦ stanowiska do prototypowania: drukarka 3D, frezarka CNC;



OFERTA

Laboratorium oferuje następujące usługi:

- ♦ pomiary charakterystyk spektralnych w zakresie UV-Vis-IR oraz Ramana;
- ♦ pomiary charakterystyk fluorescencyjnych w zakresie UV-Vis-IR (widma i zanik fluorescencji), ciał stałych, proszków i cieczy;
- ♦ pomiary widm emisyjnych wzbudzonych laserowo;
- ♦ pomiary właściwości absorpcyjnych ciał stałych i cieczy w zakresie UV-Vis-IR;
- ♦ szybkie prototypowanie – druk 3D i frezarka CNC;
- ♦ projektowanie czujników chemicznych i biodetektorów stacjonarnych oraz do użycia na platformach naziemnych i latających.

KONTAKT

dr hab. inż. Krzysztof Kopczyński
krzysztof.kopczynski@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 717
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w zakresie:

- ◆ spektroskopii ramanowskiej:
 - ◇ pomiary widm Ramana:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: $150\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$;
 - ◆ możliwość wyboru lasera wzbudzającego: długość fali – 532 nm, 633 nm lub 785 nm;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy, a także roztworów wodnych;
 - ◇ obrazowanie ramanowskie (mikroskopia ramanowska):
 - ◆ mierzony zakres spektralny: $150\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$;
 - ◆ możliwość wyboru lasera wzbudzającego: długość fali 532 nm, 633 nm lub 785 nm;
 - ◆ rozdzielczość przestrzenna: od $0,5\text{ }\mu\text{m}$ do kilku mikrometrów;
 - ◆ analiza powierzchni ciał stałych;
 - ◇ pomiary widm Ramana (fononowych) w zakresie niskich częstotliwości:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: $10\text{-}3200\text{ cm}^{-1}$;
 - ◆ długość fali lasera wzbudzającego: 532 nm;
 - ◆ analiza ciał stałych;
- ◆ spektroskopii optycznej:
 - ◇ pomiary widm UV-Vis-NIR:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: 170-3300 nm;
 - ◆ pomiary widm transmitancji zwierciadlanej i dyfuzyjnej oraz reflektancji zwierciadlanej i dyfuzyjnej przy różnych kątach i dla różnych polaryzacji światła;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy;
 - ◇ pomiary widm FT-IR:
 - ◆ mierzony zakres spektralny: $2,5\text{-}25\text{ }\mu\text{m}$ ($400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$);
 - ◆ pomiary widm transmitancji, reflektancji zwierciadlanej i dyfuzyjnej oraz ATR;
 - ◆ analiza ciał stałych, proszków i cieczy;
 - ◇ pomiary widm fluorescencji:
 - ◆ zakres długości fali wzbudzenia: 200-900 nm;
 - ◆ zakres długości fali emisji: 200-900 nm;
 - ◆ pomiary widm emisyjnych, wzbudzeniowych oraz map emisyjno-wzbudzeniowych;
 - ◆ analiza ciał stałych i cieczy;
- ◆ rentgenowskiej spektrometrii fotoelektronów (XPS):
 - ◇ pomiary składu chemicznego w kwestii wykonywania analizy ilościowej pierwiastków oraz analizy jakościowej form chemicznych, stopni utlenienia i wiązań chemicznych:
 - ◆ rejestrowanie widm XPS w przedmiocie energii wiązania od 0 keV do 1,5 keV;

- ◆ dostępne dwa źródła X-ray – bez monochromatora dla pomiarów ogólnych oraz z monochromatorem dla pomiarów wysokorozdzielczych;
- ◆ powierzchnia badana od około 1 mm² do około 3 mm²;
- ◆ głębokość zbierania sygnału od 3 nm do 10 nm;
- ◆ analiza ciał stałych oraz proszków;
- ◆ wymiar badanych próbek nie większych niż 10 mm x 10 mm x 2 mm dla ciał stałych;
- ◇ pomiary profili wgłębnych:
 - ◆ możliwość naprzemiennego trawienia powierzchni próbki oraz rejestracji widm XPS z dowolną liczbą powtórzeń;
 - ◆ trawienie wykonywane z zastosowaniem wiązki jonów Ar o regulowanych w szerokim zakresie parametrach energetycznych jonów;
 - ◆ możliwość dostosowania rozmiarów trawionego obszaru oraz głębokości trawienia;
- ◆ mikroskopii sił atomowych:
 - ◇ badanie morfologii oraz składu fazowego powierzchni ciał stałych:
 - ◆ maksymalny obszar pomiaru: 100 μm x 100 μm;
 - ◆ wysokość badanych struktur: do 10 μm;
 - ◆ pomiary w trybie kontaktowym lub bezkontaktowym;
 - ◇ wyznaczanie chropowatości powierzchni ciał stałych;
- ◆ analizy cząstek:
 - ◇ badania wielkości oraz rozkładu wielkości nano- i mikrocząstek w postaci zawiesin oraz układów koloidalnych,
 - ◇ badania stabilności (potencjału elektrokinetycznego) zawiesin oraz układów koloidalnych;
 - ◇ badania gęstości proszków;
- ◆ zwilżalności powierzchni:
 - ◇ pomiary kąta zwilżalności powierzchni ciał stałych;
 - ◇ pomiary energii swobodnej powierzchni ciał stałych;
- ◆ wytwarzania cienkich warstw:
 - ◇ osadzanie cienkich warstw z zastosowaniem lasera impulsowego (PLD);
 - ◇ osadzanie cienkich warstw z zastosowaniem rozpylania magnetronowego;
 - ◇ czyszczenie plazmowe powierzchni ciał stałych;
- ◆ syntezy nano- i mikrocząstek metalicznych i dielektrycznych:
 - ◇ synteza nanocząstek Au i Ag w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych;
 - ◇ synteza submikro- i mikrocząstek SiO₂ i TiO₂ w formie zawiesin w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych.



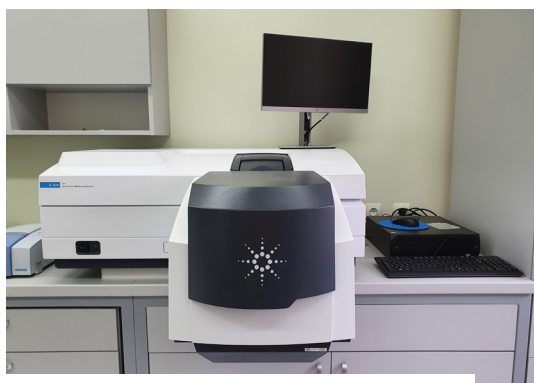
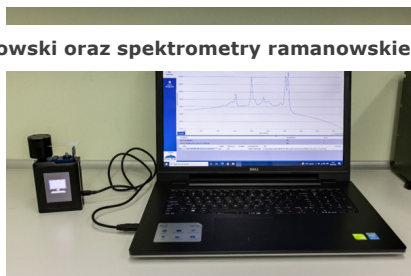
WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

- ♦ mikroskop ramanowski oraz spektrometry ramanowskie;
- ♦ spektrofotometry oraz spektrofluorymetr;
- ♦ spektrometr XPS;
- ♦ mikroskop sił atomowych;
- ♦ analizatory cząstek oraz piknometr gazowy;
- ♦ goniometr;
- ♦ system osadzania cienkich warstw metodami plazmowymi (PLD i magnetron).



Mikroskop ramanowski oraz spektrometry ramanowskie

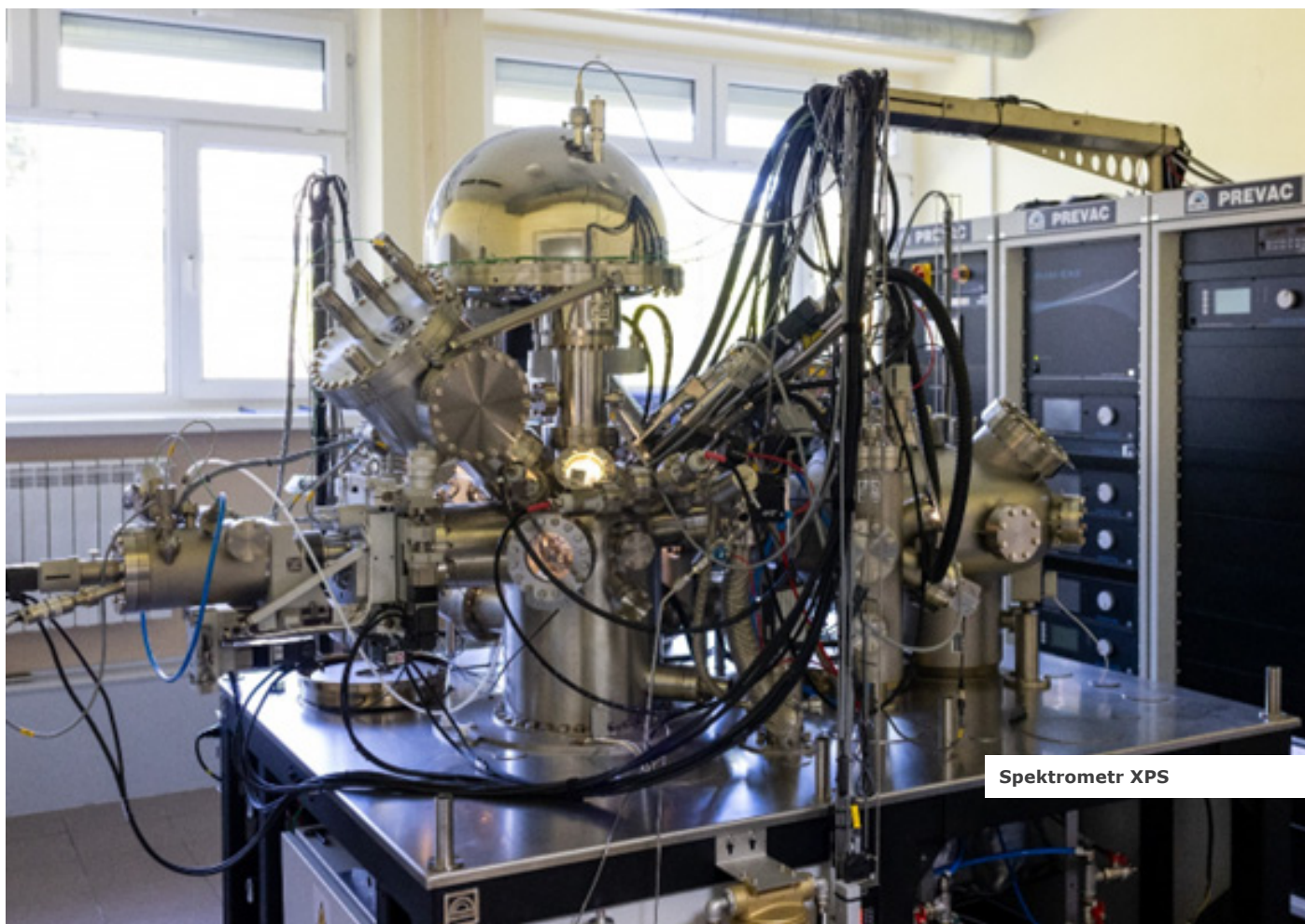
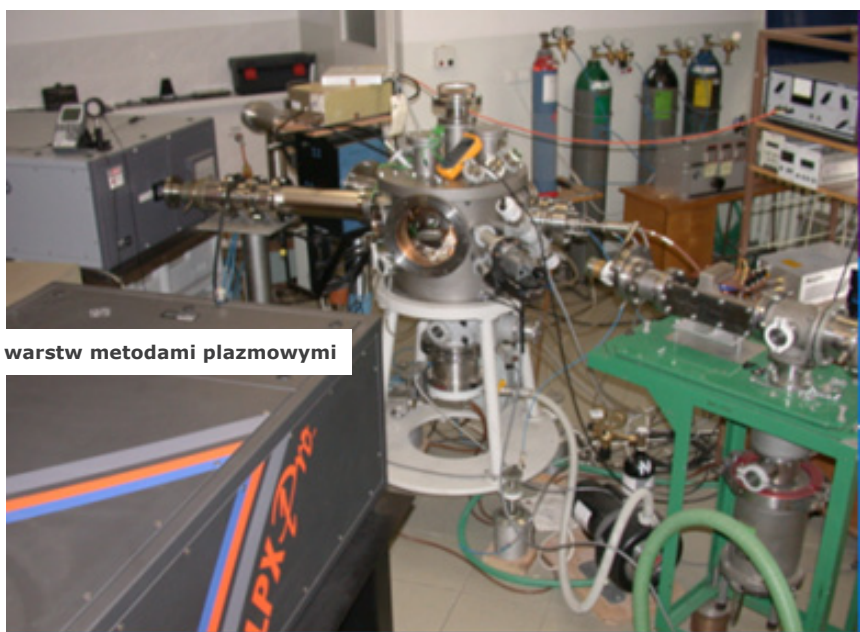


Spektrofotometry oraz spektrofluorymetr





System osadzania cienkich warstw metodami plazmowymi



Spektrometr XPS

Analizatory cząstek oraz piknometr gazowy





SZKOLENIA

Laboratorium oferuje szkolenia obejmujące zajęcia teoretyczne, obliczeniowe oraz praktyczne w następujących obszarach:

- ♦ spektroskopia optyczna – UV-Vis-NIR, FT-IR, Raman, fluorymetria;
- ♦ spektrometria fotoelektronów rentgenowskich (XPS);
- ♦ mikroskopia sił atomowych (AFM);
- ♦ pomiary wielkości, rozkładu wielkości oraz stabilności nano- i mikrocząstek – spektroskopia UV-Vis, DLS, SLS, DCS, TRPS.



OFERTA

Laboratorium oferuje następujące usługi:

- ♦ pomiary charakterystyk spektralnych w zakresie UV-Vis-IR oraz Ramana;
- ♦ pomiary właściwości optycznych ciał stałych w zakresie UV-Vis-IR;
- ♦ pomiary charakterystyk fluorescencyjnych w zakresie UV-Vis;
- ♦ obrazowanie powierzchni ciał stałych;
- ♦ badanie składu chemicznego powierzchni ciał stałych;
- ♦ badanie zwilżalności powierzchni ciał stałych;
- ♦ badanie chropowatości powierzchni ciał stałych;
- ♦ wytwarzanie i analiza cienkich warstw;
- ♦ wytwarzanie i analiza nano- i mikrocząstek.



Goniometr

KONTAKT

ppłk dr inż. Bartłomiej Jankiewicz
bartlomiej.jankiewicz@wat.edu.pl

tel. +48 261 837 639
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

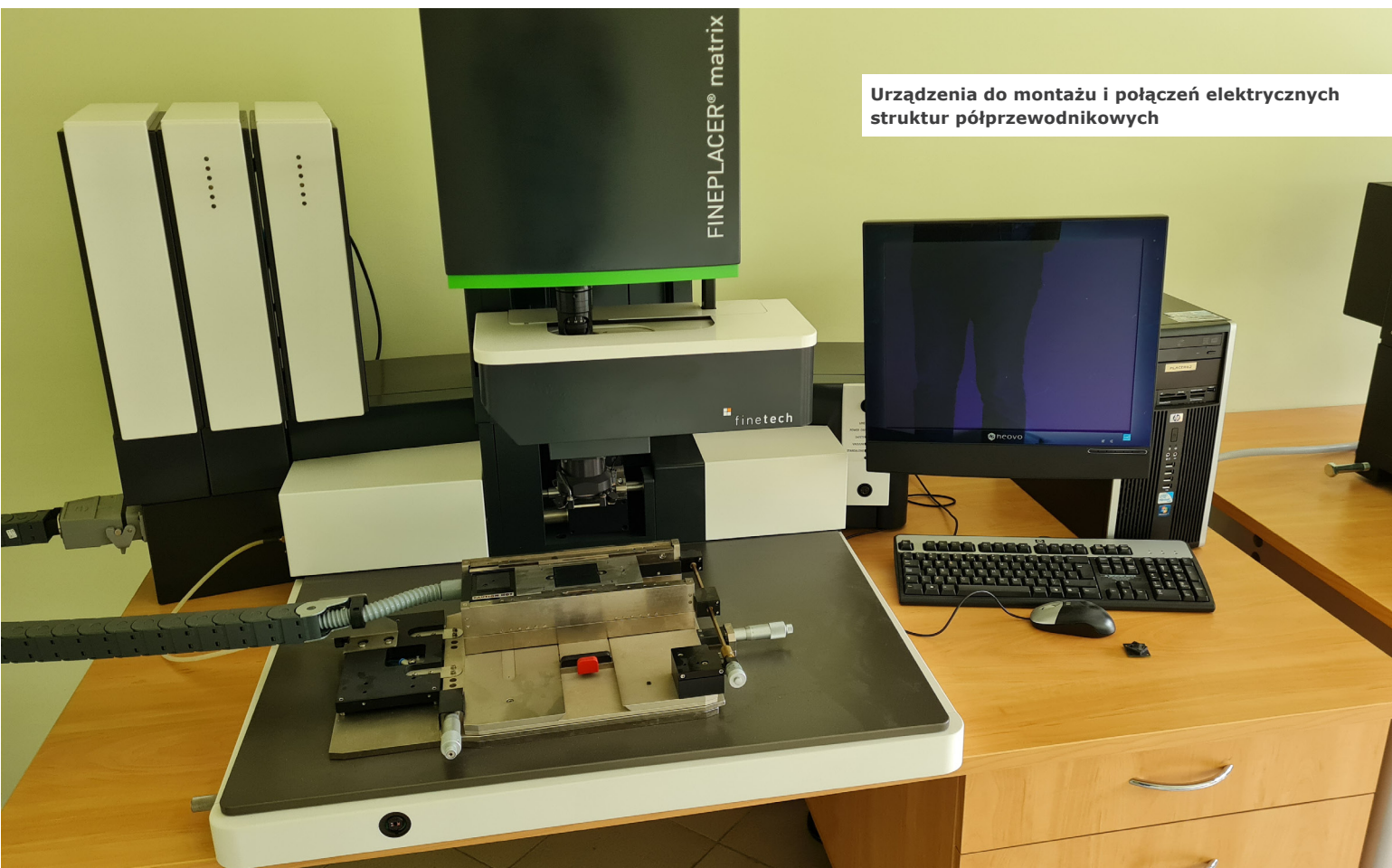
Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w zakresie aktywnej oraz pasywnej teledetekcji realizowanej w optycznym zakresie promieniowania obejmujących:

- ♦ technologie lidarowe (dalmierze laserowe z odbiorem bezpośrednim oraz podsumowym, lidary fluorescencyjne, rozproszeniowe, prędkościomierze laserowe itp.);
- ♦ technologie skaningu laserowego;
- ♦ technologie optycznej transmisji danych w otwartej przestrzeni.



WYPOSAŻENIE

W wyposażeniu laboratorium znajdują się urządzenia do montażu i połączeń elektrycznych struktur półprzewodnikowych.





OFERTA

Laboratorium oferuje usługi dotyczące:

- ♦ projektowania pasywnych i aktywnych systemów optoelektronicznych;
- ♦ projektowania elementów i układów optycznych obrazujących i nieobrazujących;
- ♦ projektowania układów elektronicznych analogowych i cyfrowych;
- ♦ montażu struktur półprzewodnikowych *bonding* i *wire bonding*.



KONTAKT

dr inż. Marek Zygmunt
marek.zygmunt@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 205
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Laboratorium oferuje przeprowadzenie badań w zakresie:

- ♦ projektowania, opracowywania procesów i wytwarzania pokryć cienkowarstwowych w obrębie UV-Vis-IR (200 nm – 14 μ m);
- ♦ wytwarzania filtrów, zwierciadeł, warstw antyrefleksyjnych itp.;
- ♦ wytwarzania transparentnych warstw przewodzących z tlenku indowo-cynowego ITO;
- ♦ wytwarzania struktur plazmonicznych w postaci nieciągłych warstw metalicznych na powierzchniach szklanych i półprzewodnikowych.



WYPOSAŻENIE

Systemy próżniowe umożliwiają osadzanie warstw technikami termiczną i e-beam oraz z asystą działu jonowego. Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

- ♦ urządzenia próżniowe do osadzania dielektrycznych i metalicznych cienkich warstw;
- ♦ spektrometry do pomiaru transmitancji;
- ♦ lasery do modyfikacji powierzchni.



Urządzenia do próżniowego
osadzania warstw



OFERTA

Laboratorium oferuje następujące usługi:

- ♦ technologie pokryć cienkowarstwowych w zakresie UV-Vis-IR (200 nm-14 μ m);
- ♦ projektowanie, opracowywanie procesów technologicznych i wytwarzanie pokryć cienkowarstwowych o wysokim upakowaniu materiału i wysokiej stabilności czasowej (asysta działa jonowego);
- ♦ projektowanie i wytwarzanie elementów o zadanych charakterystykach widmowych, np. filtrów pasmowych dolno- i górnoprzepustowych, zwierciadeł laserowych, zwierciadeł metalicznych, warstw AR na różnych podłożach (szkło, kwarc, szafir, krzem, german, kryształy laserowe itp.);
- ♦ wytwarzanie przezroczystych elektrod z tlenku indowo-cynowego ITO;
- ♦ wytwarzanie struktur plazmonicznych w postaci nieciągłych warstw metalicznych – warstw wyspowych, np. ze złota, srebra i z glinu;
- ♦ wytwarzanie elementów optycznych z różnych materiałów, w tym sferycznych i płasko-równoległych: soczewek, zwierciadeł oraz innych elementów.

KONTAKT

dr inż. Piotr Nyga
piotr.nyga@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 981
<https://ioe.wat.edu.pl/>

**BADANIA**

Laboratorium prowadzi badania systemów bezpieczeństwa w zakresie:

- ◆ techniki terahercowej:
 - ◇ badania spektralne materiałów w zakresie 0,1-3 THz oraz wyznaczanie ich współczynników załamania, absorpcji, transmisji i odbicia;
 - ◇ wyznaczanie charakterystyk źródeł i detektorów terahercowych;
 - ◇ transmisyjne i odbiciowe badania nieniszczące w zakresie terahercowym;
 - ◇ badania terahercowe elementów i prototypów;
- ◆ czujników światłowodowych:
 - ◇ badania czujników światłowodowych przeznaczonych do ochrony obiektów infrastruktury krytycznej;
 - ◇ badania systemów komunikacji kwantowej;
- ◆ systemów wizyjnych:
 - ◇ pomiary geometrii obiektów i modelowania 3D z użyciem systemów wizyjnych;
 - ◇ pomiary szybkozmiennych procesów metodami wizyjnymi;
 - ◇ obrazowanie w pasmach spektralnych UV, VIS, NIR, SWIR, IR;
 - ◇ pomiary z użyciem systemu Motion Capture;
- ◆ systemów rzeczywistości rozszerzonej:
 - ◇ badania dotyczące śledzenia obiektów rzeczywistych/wirtualnych w systemach Extended Reality;
 - ◇ badania trackerów systemu Steam VR;
 - ◇ analiza biosygnatów użytkowników immersyjnych aplikacji VR;
- ◆ technik biometrycznych i sztucznej inteligencji.



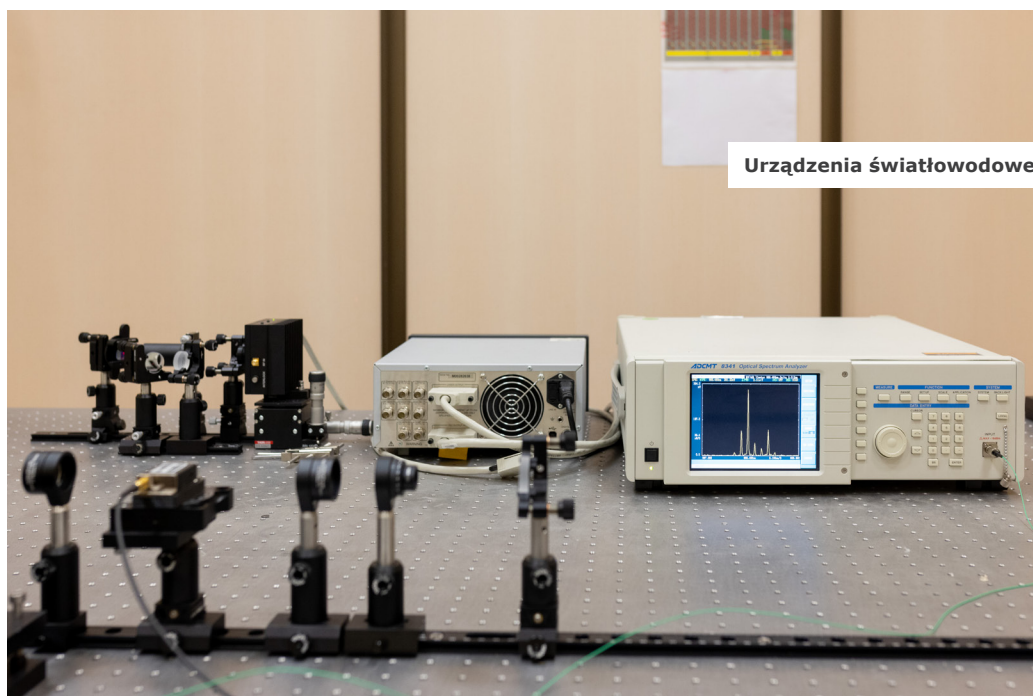
WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

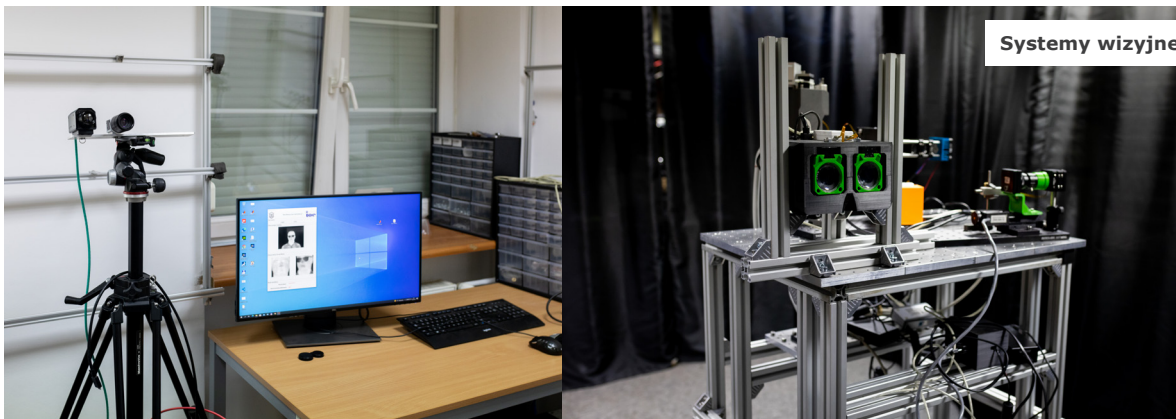
- ♦ układy terahercowe: spektrometry, skanery, kamery, nadajniki, detektory;



- ♦ układy światłowodowe: nadajniki, odbiorniki, spawarki, analizator widma, reflektometr;



- ♦ systemy wizyjne i rzeczywistości rozszerzonej;



- ♦ układy technik biometrycznych i sztucznej inteligencji.



SZKOLENIA

Laboratorium oferuje szkolenia obejmujące zajęcia teoretyczne, obliczeniowe oraz praktyczne w następujących obszarach:

- ♦ techniki terahercowej;
- ♦ techniki światłowodowej;
- ♦ techniki komunikacji kwantowej w zakresie systemów dystrybucji klucza kwantowego oraz kwantowych generatorów liczb losowych;
- ♦ systemów ochrony infrastruktury krytycznej;
- ♦ wizyjnych systemów pomiarowych i obserwacyjnych (pomiar geometry, analiza ruchu i dynamiki zjawisk, fuzja obrazów i metadanych);
- ♦ wykorzystania środowiska wirtualnego w symulacjach;
- ♦ wykorzystania systemów rzeczywistości rozszerzonej w przemyśle i w badaniach naukowych;
- ♦ techniki biometrycznej;
- ♦ metod sztucznej inteligencji w systemach widzenia komputerowego.



OFERTA

Laboratorium umożliwia zdobycie wiedzy w zakresie:

- ♦ projektowania elementów i systemów terahercowych;
- ♦ projektowania systemów ochrony obiektów infrastruktury krytycznej;
- ♦ nadzoru autorskiego realizacji projektów dotyczących systemów ochrony obiektów infrastruktury krytycznej;
- ♦ ekspertyzy systemów ochrony obiektów infrastruktury krytycznej;
- ♦ audytu systemów ochrony obiektów infrastruktury krytycznej;
- ♦ projektowania eksperymentalnych, obserwacyjnych i pomiarowych systemów wizyjnych;
- ♦ projektowania eksperymentalnych systemów rzeczywistości rozszerzonej (Extended Reality – XR):
Augmented Reality, Virtual Reality, Mixed Reality, Assisted Reality;
- ♦ ekspertyz i analiz w wymienionych obszarach.

KONTAKT

płk dr hab. inż. Norbert Pałka
norbert.palka@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 936
<https://ioe.wat.edu.pl/>



BADANIA

Zespół oferuje prowadzenie badań w zakresie:

- ♦ parametrów energetyczno-czasowych detektorów promieniowania optycznego;
- ♦ konstrukcji i optymalizacji fotoodbiorników na zakresy UV, VIS oraz IR;
- ♦ zaawansowanych układów przetwarzania sygnałów optycznych z algorytmami sztucznej inteligencji (AI) oraz systemów kontrolno-pomiarowych;
- ♦ źródeł różnego promieniowania optycznego pod kątem zastosowania w spektroskopii absorpcyjnej i systemach łączności;
- ♦ specjalizowanych układów zasilania, sterowania i stabilizacji pracy laserów półprzewodnikowych, w tym kaskadowych;
- ♦ systemów bezprzewodowej łączności laserowej;
- ♦ widm absorpcyjnych i transmisyjnych elementów optycznych i substancji w stanie ciekłym, stałym i gazowym w zakresie od UV (200 nm) do FIR (500 μm) z rozdzielczością do $0,0016\text{ cm}^{-1}$;
- ♦ kondycjonowania próbek gazowych dla czujników optoelektronicznych;
- ♦ ultraczułych czujników gazów, zanieczyszczeń powietrza, biomarkerów gazowych w wydychanym powietrzu, śladowych ilości materiałów wybuchowych oraz diagnostyki amunicji i systemów HUMS.



WYPOSAŻENIE

Laboratorium wyposażone jest w specjalistyczną aparaturę, w skład której wchodzi m.in.:

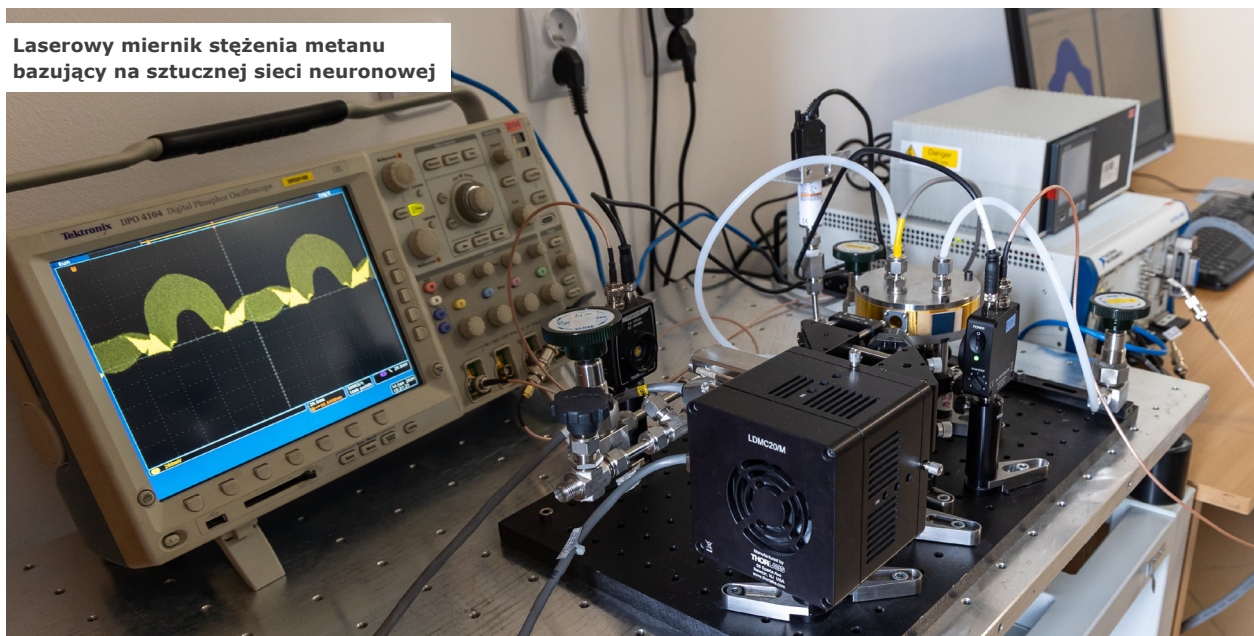
- ♦ stanowisko badawcze iLABS (Integrated Laboratory of the Applied Laser Absorption Spectroscopy):
 - ◇ przestrajalne pikosekundowe źródło promieniowania laserowego PG711-DFG-SH firmy Ekspla unikatowo skonfigurowane do zastosowań w spektroskopii absorpcyjnej gazów oraz przestrajalne półprzewodnikowe źródło promieniowania w zakresie LWIR typu MIRcat-QT firmy Daylight Solutions Inc.;
 - ◇ precyzyjny miernik długości fali (do $0,2\text{ pm}$) w zakresie od $2\text{ }\mu\text{m}$ do $12\text{ }\mu\text{m}$ model WS6-200 IR3 firmy High Finesse z kontrolerem PID;
 - ◇ system generacji mieszanin gazów firmy KIN-TEK, którego konfiguracja umożliwia precyzyjne wytwarzanie próbek gazów o zadanym stężeniu, wilgotności i ciśnieniu;
 - ◇ unikatowy system spektrometryczny FTIR składający się z próżniowego spektrometru IFS 125HR (BRUKER) z komórką wieloprześciową o drodze optycznej 40 m i akcesoriami umożliwiającymi pomiary w zakresie UV-FIR z rozdzielczością do $0,0016\text{ cm}^{-1}$;

- ◇ spektrometr FTIR Nicolet iS50 (Thermo Fisher Scientific Inc.) z wyposażeniem, które umożliwia m.in. widmowe pomiary czasowo-rozdzielcze z rozdzielczością poniżej 50 ns oraz szybką identyfikację substancji gazowych o małych stężeniach, nawet poniżej 1 ppm, z wieloprześciową komórką absorpcyjną o drodze optycznej 10 m;
- ◇ analizatory sygnałów w czasie rzeczywistym o szybkości próbkowania 25 GS/s dla czterech kanałów jednocześnie (m.in. MSO64 oraz DSA 70404 firmy Tektronix Inc.) wraz z sondami;
- ◇ analizatory i mierniki stężeń gazów CH_4 , O_2 , NO i CO (Dräger X-am® 8000), NH_3 , NO_2 , NO, CO, CO_2 (iBRID MX6 firmy Industrial Scientific), H_2 (TLD 500 firmy VULKAN LOKTRACER), ultraczuły do NO_2 (autorski IOE), ultraczuły do NO (410X, 2B Technologies);
- ◇ nowoczesna instalacja do transportu czystych i ultraczystych gazów – klasy TCC i ULTRON;



Infrastruktura stanowiska badawczego iLABS

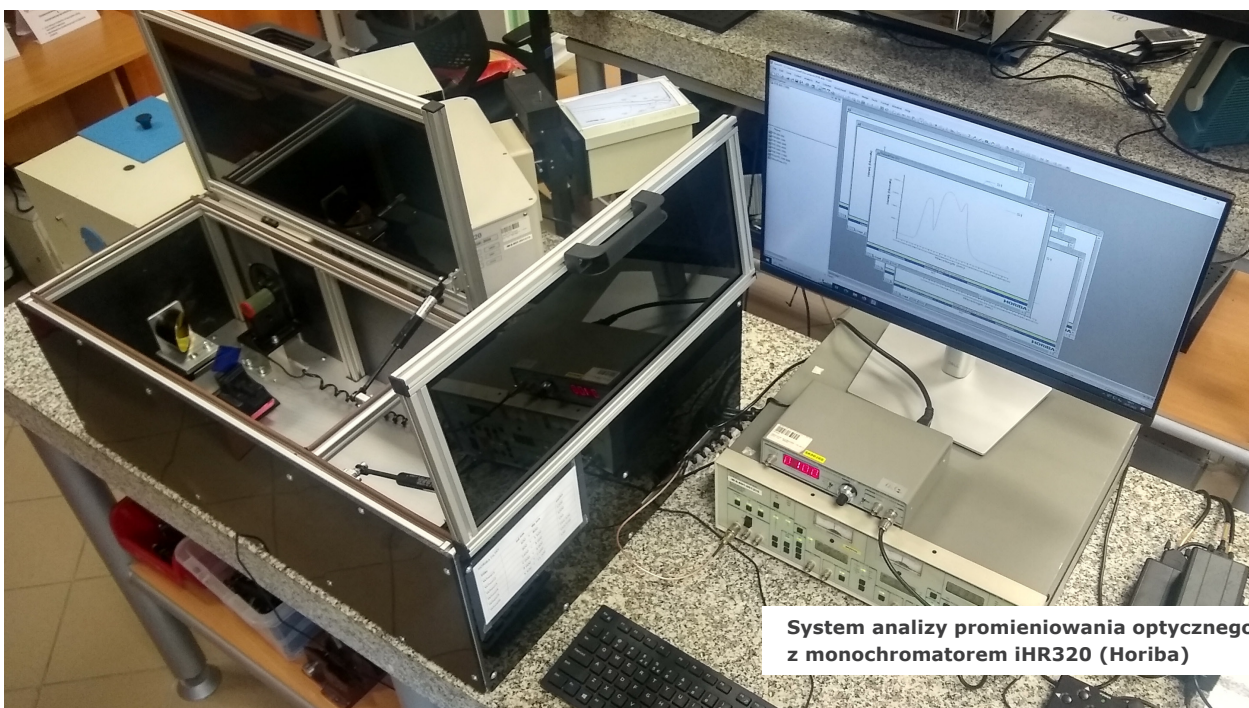
**Laserowy miernik stężenia metanu
bazujący na sztucznej sieci neuronowej**



- ◆ stanowisko badawcze iLODS (integrated Laboratory of Optical Detection Systems):
 - ◇ zautomatyzowany system analizy promieniowania optycznego z monochromatorem iHR320 firmy Horiba z zestawem siatek dyfrakcyjnych i wzorcowych źródeł promieniowania;
 - ◇ zestaw mierników mocy promieniowania optycznego firmy Standa, Gentec i Coherent;
 - ◇ analizatory sygnałów i zestaw wzmacniaczy typu lock-in firmy Stanford Research Inc. (modele: SR 770, SR 510; SR 530; SR 844 RF; SR 850 DSP) oraz FEMTO (LIA-150);
 - ◇ zestaw specjalizowanych generatorów funkcji (AFG, PRBS, DGD) oraz precyzyjnych laboratoryjnych źródeł zasilania (NEWPORT, Thorlabs, ILX Lightwave, Picosecond, DEI IXYS);
 - ◇ moduły detekcyjne i fotodetektory (firm, takich jak VIGO System S.A., Hamamatsu, Roithner Lasertechnik, Thorlabs) pokrywające zakres od 150 nm do 12 μm i pasmo częstotliwościowe do 1 GHz, w tym fotodetektory kalibrowane;
 - ◇ źródła promieniowania, w tym lasery półprzewodnikowe: 405-420 nm, 635 nm, 650 nm, 4,54 μm , 4,67 μm , 5,25 μm , 5,40 μm , 8,2 μm , 9,6 μm , 10,1 μm ;
 - ◇ kamera z matrycą piroelektryczną Pyrocam III Series (model PY-III-C-B) firmy Ophir Optronics Solutions Ltd., umożliwiającą profilowanie wiązek promieniowania z możliwością pracy w trybie ciągłym oraz impulsowym z zewnętrzną synchronizacją, z odpowiednim oprogramowaniem (LBAPC-PIII) oraz filtrem germanowym z powłoką antyrefleksyjną na zakres 3-5,5 μm ;
 - ◇ analizator impedancji MFIA umożliwiający pomiary w zakresie od 1 m Ω do 1 T Ω (do 5 MHz);
 - ◇ analizator transmisji sygnałów PicoScope® 9311-15, 15 GHz, TDR/TDT (60 ps/2,5 do 7 V) oraz oka transmisji RZ/NRZ;
 - ◇ drukarka 3D typu BLIXET B50 MULTI DUO.



Infrastruktura stanowiska badawczego iLODS



System analizy promieniowania optycznego
z monochromatorem iHR320 (Horiba)



SZKOLENIA

Laboratorium oferuje szkolenia obejmujące zajęcia teoretyczne, symulacyjne oraz praktyczne w obszarach:

- ♦ detekcji sygnałów optycznych;
- ♦ absorpcyjnych czujników gazów;
- ♦ systemów bezprzewodowej łączności laserowej;
- ♦ projektowania instalacji fotowoltaicznych.



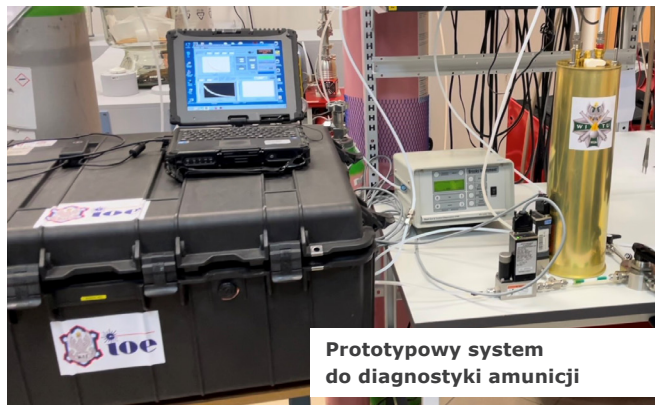
Próżniowy spektrometr
IHR125 (BRUKER)



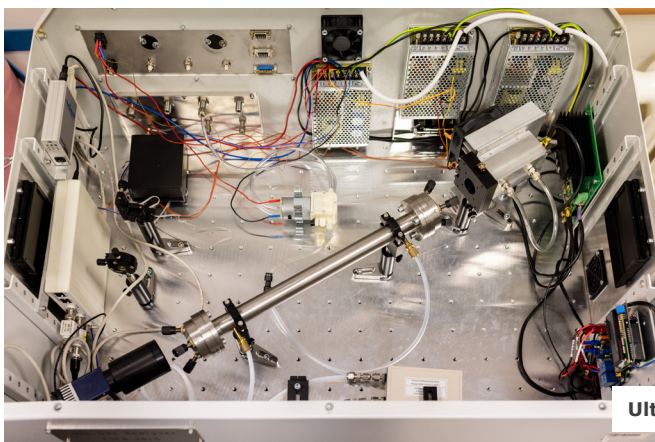
OFERTA

Laboratorium oferuje następujące usługi:

- ♦ optymalizacji układów detekcji promieniowania optycznego z zakresu UV, widzialnego i podczerwieni;
- ♦ miernictwa optoelektronicznego (energia, moc, długość fali, gęstość widmowa szumów, charakterystyki prądowo-napięciowe detektorów i źródeł promieniowania);
- ♦ opracowywania wbudowanych systemów pomiarowych, optoelektronicznych czujników gazów oraz laserowych systemów łączności bezprzewodowej;
- ♦ projektowania układów zasilania i sterowania laserów (stabilizacja temperatury 1 mK i prądu 1 pA, praca w trybie cw lub sub-ns);
- ♦ pomiarów spektralnych w zakresie UV-FIR z rozdzielczością do $0,0016 \text{ cm}^{-1}$;
- ♦ badania oddziaływania promieniowania laserowego z materią z wykorzystaniem systemu laserowego OPO (rozdzielczość: 0,01-1 nm; zakres długości fali: 0,75-16 μm , energia: 8-370 μJ dla impulsów o czasie trwania 70 ps i repetycji 1 kHz);
- ♦ pomiarów BER oraz testów zasięgów systemów FSO (transmisja sub-Gbps);
- ♦ adiustacji czujników gazów w zakresie stężeń od sub - ppb do ppm (ponad 500 związków).



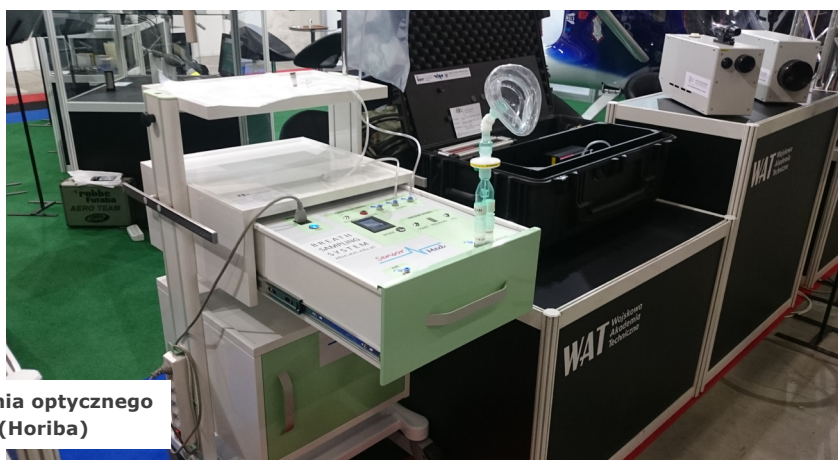
Prototypowy system
do diagnostyki amunicji



Ultraczułe sensory tlenku węgla oraz ditlenku azotu



System łączności laserowej FSO



System analizy promieniowania optycznego
z monochmatorem iHR320 (Horiba)

KONTAKT

płk dr hab. inż. Jacek Wojtas
jacek.wojtas@wat.edu.pl

tel. +48 261 837 943
<https://ioe.wat.edu.pl/>

**BADANIA**

Centrum Inżynierii Biomedycznej realizuje prace badawcze i rozwojowe w obszarze inżynierii biomedycznej i inżynierii materiałowej. W ramach tych prac opracowywane są innowacyjne technologie materiałowe i tworzone są urządzenia diagnostyczne i terapeutyczne dla medycyny.

Centrum Inżynierii Biomedycznej prowadzi prace naukowo-badawcze w zakresie:

- ♦ zastosowania mikrosit w diagnostyce i leczeniu chorób nowotworowych;
- ♦ badań nad bakteriobójczym działaniem grafenu;
- ♦ zastosowań grafenu w technologiach medycznych;
- ♦ wpływu pól elektromagnetycznych na komórki nowotworowe, macierzyste i zdrowe;
- ♦ oddziaływania impulsów promieniowania pola magnetycznego na mózg człowieka;
- ♦ zastosowania pól elektromagnetycznych w rehabilitacji medycznej;
- ♦ zastosowania nanocząstek w zwalczaniu chorób nowotworowych;
- ♦ zastosowania laserów niskiej energii w oddziaływanie na proliferację komórek macierzystych;
- ♦ diagnostyki i terapii fotodynamicznej w leczeniu chorób nowotworowych i chorób układu krążenia;
- ♦ zastosowania technologii laserowych w wykrywaniu zakażeń szpitalnych;
- ♦ absorberów promieniowania elektromagnetycznego tłumiących impulsy HPM, promieniowanie jonizujące, w tym promieniowanie kosmiczne.

Mikroskop FTIR Nicolet iN10MX firmy Thermo Fisher Scientific



Wielolaserowy sorter komórkowy BD FACSAria Fusion (metoda cytometrii przepływowej)



Sekwenator MiSeq firmy Illumina Inc.
wraz z wyposażeniem





WYPOSAŻENIE

Centrum Inżynierii Biomedycznej wyposażone jest w specjalistyczny sprzęt, w skład którego wchodzi:

- ♦ wielolaserowy sorter komórkowy BD FACSAria Fusion oparty na cytometrii przepływowej;
- ♦ spektrometr Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego EMXplus na pasmo X firmy Bruker;
- ♦ wysokorozdzielczy skaningowy mikroskop elektronowy ze spektrometrem EDS Quanta 250 FEG firmy FEI;
- ♦ system spektrofluorymetryczny ze wzbudzeniem laserowym Quanto Master QM 400 firmy Horiba;
- ♦ mikroskop FTIR Nicolet iN10MX firmy Thermo Fisher Scientific;
- ♦ system do emisyjnej spektrometrii optycznej ze wzbudzeniem w plazmie sprzężonej indukcyjnie ICP – OES iCAP 7000 firmy Thermo Fisher Scientific;
- ♦ sekwenator MiSeq firmy Illumina Inc. wraz z wyposażeniem;
- ♦ ultrakompaktowa komora bezodbiciowa (UCC-L) 5105 mm x 5105 mm x 3000 mm (tłumienie promieniowania E-M do 120 dB);
- ♦ generator impulsów promieniowania elektromagnetycznego HPM (High Power Microwave) – MAGNETRON (3 GHz, 4 μ s, 2 MW);
- ♦ generator impulsów promieniowania elektromagnetycznego w zakresie radiowym – generator Marksa (300 MHz, 1 MV/m).



Ultrakompaktowa komora bezodbiciowa (UCC-L)
5105 mm x 5105 mm x 3000 mm
(tłumienie promieniowania E-M do 120 dB)



Generator impulsów HPM – MAGNETRON
(3 GHz, 4 μ s, 2 MW)

SZKOLENIA

Centrum Inżynierii Biomedycznej oferuje szkolenia obejmujące zajęcia teoretyczne, obliczeniowe oraz praktyczne w następujących obszarach:

- ♦ rozpoznanie biologiczne, w tym pobieranie próbek biologicznych, detekcja, identyfikacja i charakterystyka zagrożeń biologicznych;
- ♦ rozpoznanie i ochrona przed zagrożeniami CBRN (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear);
- ♦ monitorowanie systemów ochrony infrastruktury krytycznej przed zagrożeniami CBRN;
- ♦ podstawowe techniki molekularne w biomedycynie;
- ♦ hodowla i charakterystyka fizjologii ssaków;
- ♦ podstawowe techniki mikrobiologiczne;
- ♦ zastosowanie technik mikroskopowych w inżynierii biomedycznej;
- ♦ zastosowanie technik mikroskopowych w inżynierii materiałowej.

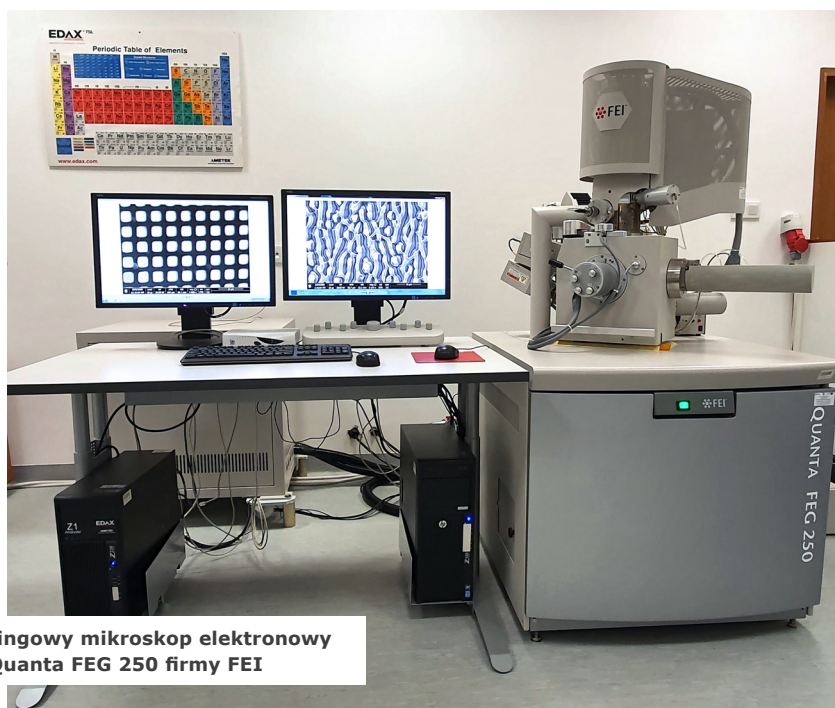




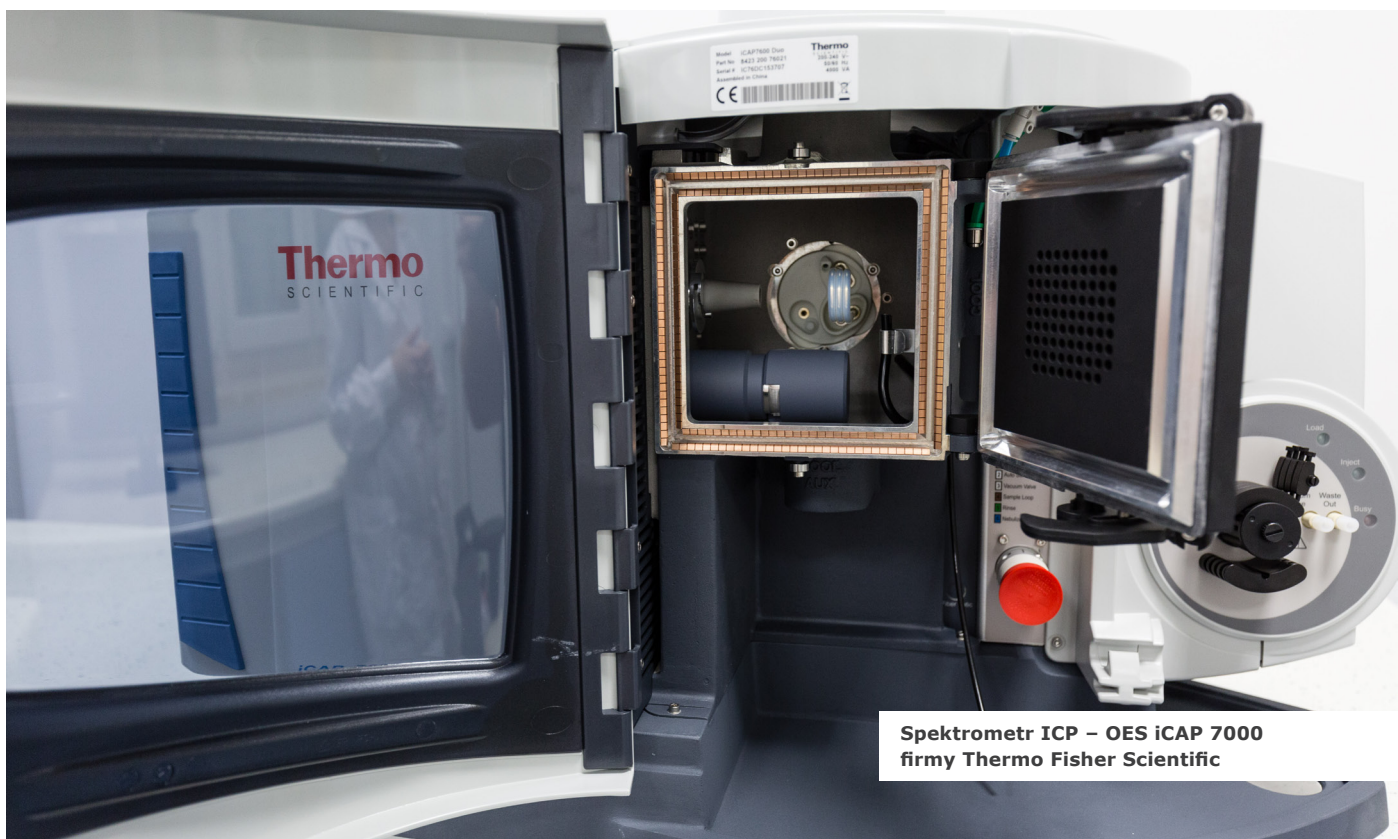
OFERTA

Centrum Inżynierii Biomedycznej oferuje dla przemysłu usługi w zakresie:

- ♦ badania mikrobiomów – sekwencjonowanie nowej generacji (np. zgodnie z technologią i standardami firmy ILLUMINA) i nanoporowe (zgodnie z technologią i standardami firmy Oxford Nanopore Technologies);
- ♦ oceny zmian w ekspresji genów w komórkach zdrowych i nowotworowych technikami mikromacierzy DNA i ilościowego PCR;
- ♦ analizy zmian w homeostazie komórek ssaków technikami immunofluorescencji: cytometria przepływowa i mikroskopia konfokalna;
- ♦ obrazowania morfologii komórek za pomocą nowoczesnych technik mikroskopowych: skaningowa mikroskopia elektronowa, mikroskopia sił atomowych i mikroskopia kontaktowa w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego;
- ♦ zastosowania komórek macierzystych w medycynie regeneracyjnej – optymalizacja sposobów hodowli komórek dla celów terapeutycznych;
- ♦ biozgodnych biomateriałów dla medycyny naprawczej: wszczepy i opatrunki;



- ♦ mikrosit do izolacji krążących komórek nowotworowych;
- ♦ fotouczulaczy i systemów optoelektronicznych do fotodynamicznej metody diagnostyki i terapii nowotworów;
- ♦ badań wpływu pól fizycznych na procesy fizjologiczne w komórkach ssaków, wpływu czynników mechanicznych, termicznych, promieniowania elektromagnetycznego, pól elektrycznych i magnetycznych oraz promieniowania jonizującego na efekty biomolekularne;
- ♦ analizy składu pierwiastkowego materiałów:
 - ◇ ICP – atomowa spektrometria emisyjna z wzbudzaniem plazmowym;
 - ◇ LIBS – laserowo indukowana spektroskopia atomowa;
- ♦ spektrometrii Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego EPR;
- ♦ spektrometrii UV-Vis-IR-THz.



**Spektrometr ICP – OES iCAP 7000
firmy Thermo Fisher Scientific**

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Zygmunt Mierczyk
zygmunt.mierczyk@wat.edu.pl

tel. +48 261 839 820
<https://ioe.wat.edu.pl/>