



**Wydział
Fizyki**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**ZESPOŁY
BADAWCZE
POLITECHNIKI
WARSZAWSKIEJ
OFERTA B+R**





prof. dr hab. inż.
Adam Woźniak
Prorektor ds. Rozwoju
w kadencji 2020-2024

OD PROREKTORA DS. ROZWOJU POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

Współpraca środowiska naukowego i biznesu jest jednym z kluczowych czynników wpływających na możliwość skutecznego transferu technologii, a tym samym kreowania innowacyjnej gospodarki, która będzie służyć potrzebom współczesnego społeczeństwa i rozwojowi naszego kraju. Budowa platformy do komunikacji nauki i biznesu, w tym nawiązywania kontaktów i wymiany doświadczeń oraz przekuwania potrzeb w realne rozwiązania, jest ważnym elementem tej współpracy.

Politechnika Warszawska to nie tylko unikatowa infrastruktura badawcza i aparatura naukowa, to przede wszystkim prężnie działające zespoły badawcze, aktywnie współpracujące w krajowych i międzynarodowych projektach badawczych, pracach rozwojowych i przemysłowych z wiodącymi partnerami, z różnych sektorów gospodarki. To dzięki nim Politechnika Warszawska zajmuje czołowe miejsce wśród polskich uczelni technicznych, szczególnie w obszarze badań aplikacyjnych, których efektem są patenty i innowacje.

Zapraszam Państwa do lektury kolejnej edycji Katalogu zespołów badawczych Politechniki Warszawskiej, mając nadzieję, że stanie się ona inspiracją i przyczynkiem do nawiązania współpracy, czego, i Państwu i sobie życzę.

OD DZIEKANA WYDZIAŁU

Szanowni Państwo,

Znajdowanie rozwiązań aplikacyjnych oraz wpływanie na otoczenie społeczno-gospodarcze nie jest możliwe bez ścisłej współpracy z sektorem przemysłowym. Doświadczenie, wysoki poziom kompetencji, kreatywność i analityczne podejście zespołów badawczych, w połączeniu z unikatową aparaturą zgromadzoną w laboratoriach Wydziału Fizyki, stanowią podstawę wielu innowacyjnych projektów wdrożeniowych.

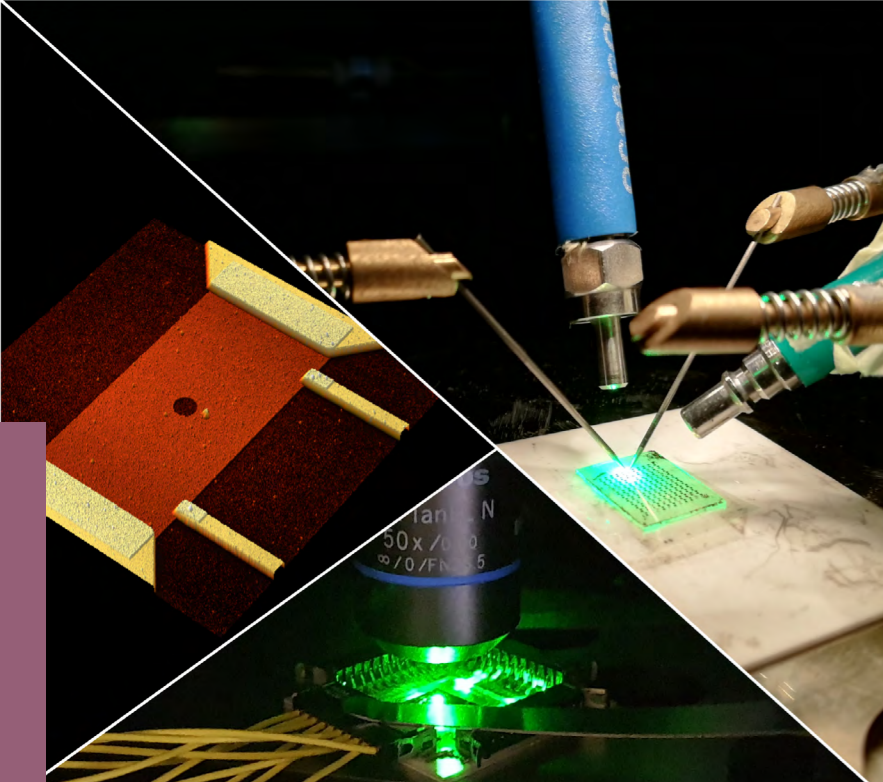
Serdecznie zapraszam do zapoznania się z ofertą B+R Wydziału i podjęcia współpracy w tym zakresie.



dr hab. inż. Wojciech
Wróbel, prof. uczelni
Dziekan Wydziału Fizyki

■ SPIS TREŚCI

■ LABORATORIUM SYNTEZY I CHARAKTERYZACJI MATERIAŁÓW DWUWYMIAROWYCH	STR. 6
■ ZESPÓŁ PROJEKTOWANIA I BADANIA ZAAWANSOWANYCH MATERIAŁÓW	STR. 8
■ LABORATORIUM APLIKACJI GRAFENU PŁATKOWEGO I MATERIAŁÓW 2D	STR. 10
■ ZESPÓŁ FIZYKI W EKONOMII I NAUKACH SPOŁECZNYCH	STR. 12
■ LABORATORIUM BADAŃ PERCEPCYJNYCH	STR. 14
■ PRACOWNIA FOTONIKI ŚWIATŁOWODOWEJ	STR. 16
■ PRACOWNIA INFORMATYKI OPTYCZNEJ	STR. 18
■ LABORATORIUM MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ ELEKTROCHEMICZNYCH	STR. 20
■ ZESPÓŁ FOTOWOLTAIKI	STR. 22
■ PRACOWNIA ANALIZY TERMICZNEJ WYDZIAŁU FIZYKI	STR. 24



LABORATORIUM SYNTEZY I CHARAKTERYZACJI MATERIAŁÓW DWUWYMIAROWYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE

#NANOELEKTRONIKA #MATERIAŁY 2D #BONDING #METALIZACJA
#SKANINGOWA MIKROSKOPIA ELEKTRONOWA #SPEKTROSKOPIA RAMANA
#MIKROSKOPIA SIŁ ATOMOWYCH #MATERIAŁY NISKOWYMIAROWE
#CHEMICZNE OSADZANIE Z FAZY GAZOWEJ #CVD #FOTOLUMINESCENCJA
#WZROST MATERIAŁÓW WARSTWOWYCH #HETEROSTRUKTURY VAN DER WAALSA

Laboratorium syntezy i charakteryzacji materiałów dwuwymiarowych to młody zespół pasjonatów zajmujących się produkcją oraz badaniami nad materiałami dwuwymiarowymi, działający na Wydziale Fizyki PW w Zakładzie Badań Strukturalnych.

Zainteresowania Zespołu obejmują w szczególności hodowlę materiałów dwuwymiarowych metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej (CVD), produkcję nanourządzeń bazujących na materiałach 2D metodą elektronolitografii, ich charakteryzację elektryczną oraz strukturalną z wyróżnieniem metody spektroskopii Ramana. Wykonują również obrazowanie skaningowym mikroskopem elektronowym oraz sił atomowych.

Zespół ma w swoim dorobku doświadczenie w realizacji projektów B+R, także we współpracy z przedsiębiorstwami. Miał okazję współpracować z firmą Vigo System, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii, PCO, AIXTRON. Prace badawcze Zespołu obejmują m.in. działania w projektach międzynarodowych - M-ERA.NET, Graphene Flagship, The Excellence of Science - Charming, oraz projektach NCBiR: Lider, Techmatstrateg i Szybka Ścieżka dla Mazowsza.

KONTAKT

dr inż. Michał Świniarski
michal.swiniarski@pw.edu.pl
(+48) 22 234 75 46
www.nano.fizyka.pw.edu.pl

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- wytwarzanie materiałów 2D:
 - 2-calowy piec rurowy Carbolite Gero EZS 1200
 - 1-calowy piec rurowy Lindberg
 - układ do transferu cienkich warstw firmy HQ Graphene
- charakteryzacja elektryczna:
 - wysokorozdzielcza (do 100 nm) elektronolitografia e-Line Plus firmy Raith
 - napylarka termiczna Kurt J. Lesker Nano36
 - bonder klinowy do montażu elektronicznego firmy F&S Bondtec
 - układ do pomiarów elektrycznych niskoprądowych (DC), dwu i czterokontaktowych
 - stacja ostrzowa do pomiarów charakterystyk prądowo-napięciowych Signatone
- charakteryzacja strukturalna:
 - skaningowy mikroskop elektronowy
 - spektrometr Ramana w geometrii wstecznego rozproszenia Renishaw inVia
 - mikroskopia sił atomowych Bruker Icon
 - spektrometr UV-Vis Perkin

WYBRANE PROJEKTY

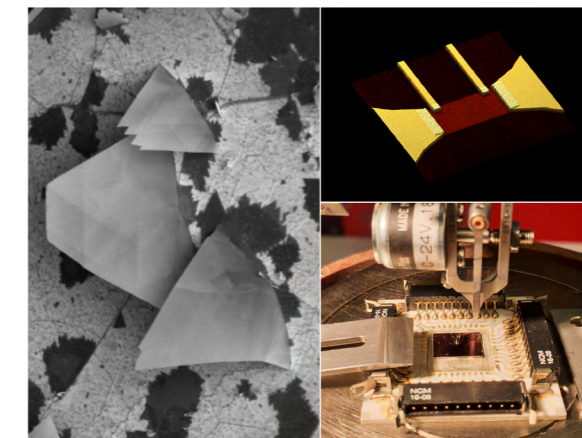
- A Novel Transparent Electrodes for VCSELs (M-ERA.NET, 2020–2023)
- Technologia produkcji kluczowych dla rozwoju fotoniki nowatorskich struktur epitaksjalnych oraz przyrządów laserujących VCSEL (NCBR, Ścieżka dla Mazowsza, 2020–2022)
- Przestrajalne metamateriały hiperboliczne na potrzeby nowej generacji przyrządów fotonicznych (NCBR, Techmatstrateg, 2017–2020)
- Innowacyjne przyrządy nano-opto-elektroniczne na bazie kryształów 2D (NCBR, Lider, 2015–2018)
- Enabling Materials (Graphene Flagship: Work Package 3, 2020–2023)

OFEROWANE USŁUGI

- naświetlanie struktur metodą elektronolitografii, płytki do 4", dowolna maska litograficzna
- wytwarzanie kontaktów metalicznych, precyzja grubości 0,1 nm, płytki do 6", metale: Au, Al, Ti, Cr, Pd, Ni, Co, AuGe
- obrazowanie skaningowym mikroskopem elektronowym (dostępny stolik 3D) oraz mikroskopem sił atomowych (tryby bezkontaktowy oraz kontaktu przerywanego)
- charakteryzacja spektrometrem Ramana i pomiary fotoluminescencji, dostępne linie 514,5, 532 oraz 785 nm
- pomiary elektryczne dwu- i czterokontaktowe z możliwością sterowania napięciem bramki
- montaż elektroniczny bonderem klinowym
- wytwarzanie materiałów 2D metodą CVD do 2"
- wygrzewanie próbek do 1" w próżni do 700°C

WYNALAZKI

- Tłumik mikrofalowy o płynnie regulowanym tłumieniu (P.430972)
- Sposób wyznaczania właściwości termicznych materiałów dwuwymiarowych (PL 225489-B1)





Zespół Projektowania i Badania Zaawansowanych Materiałów działa w Zakładzie Badań Strukturalnych na Wydziale Fizyki PW.

Zespół zajmuje się projektowaniem oraz badaniem nowych materiałów funkcjonalnych w bardzo szerokim zakresie: od półprzewodników dla ultraszybiej elektroniki poprzez materiały niskowymiarowe (nanostruktury) aż do polimerów fotoczułych. Połączenie symulacji komputerowych wraz z szeregiem metod badawczych (spektroskopia „pump and probe”, spektroskopia w domenie czasu THz – TDS, fotoluminescencja czasowo-rozdzielcza) pozwala Zespołowi podejmować zadania związane z dzisiejszymi wyzwaniami fizyki materiałowej.

Zespół współpracuje z wieloma firmami związanymi z branżą spożywczą oraz materiałową.

ZESPÓŁ PROJEKTOWANIA I BADANIA ZAAWANSOWANYCH MATERIAŁÓW

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE; NAUKI CHEMICZNE; INFORMATYKA

#UCZENIE MASZYNOWE #OBLICZENIA AB-INITIO
#NOWE MATERIAŁY #SPEKTROSKOPIA RAMANOWSKA
#SPEKTROSKOPIA TERAHERTZOWA #SIATKI DYFRAKCYJNE
#FOTOLUMINESCENCJA #CHARAKTERYZACJA MATERIAŁÓW

KONTAKT

dr inż Krzysztof Zberecki
krzysztof.zberecki@pw.edu.pl
(+48) 22 234 54 71
materials.fizyka.pw.edu.pl

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- własny klaster obliczeniowy oraz dostęp do zewnętrznych zasobów w wiodących ośrodkach w Polsce w ramach grantów obliczeniowych
- system laserów femtosekundowych generujących wiązki o czasie trwania impulsów <100 fs, energii impulsów do 1 mJ, i zakresie spektralnym od 2 μm do 280 nm
- układy spektroskopii terahercowej w domenie czasu (THz-TDS) z intensywnym źródłem impulsów terahercowych na bazie emisji z powierzchni InAs, w tym zautomatyzowany układ do wykonywania mapowania intensywności i fazy promieniowania terahercowego
- układ czasowo-rozdzielczej fotoluminescencji z wykorzystaniem kamery smugowej o szerokim zakresie spektralnym (280–800 nm) i subpikosekundowej rozdzielczości czasowej
- spektrometr ramanowski InVia Reflex firmy Renishaw
- sprzężony ze spektrometrem ramanowskim mikroskop sił atomowych INTEGRA firmy NT-MDT

WYBRANE PROJEKTY

- Prześtralne siatki dyfrakcyjne wytwarzane z wykorzystaniem ciekłych kryształów i fotorządzących warstw azopolimerów (FOTECH-1 Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, 2020–2021)
- „Terahertz structured beams for material diagnostics and microscopy” – zastosowanie koncepcji z dziedziny światła strukturyzowanego w zakresie terahercowym. Głównym celem projektu jest poprawa rozdzielczości skanerów terahercowych do zastosowania w bezpieczeństwie i medycynie (Projekt dotyczący FNP HOMING, 2019–2022)

OFEROWANE USŁUGI

- obliczenia ab-initio struktury atomowej, elektronowej i magnetycznej układów krystalicznych, w tym niskowymiarowych (nanostruktur)
- budowa modeli klasyfikacji i regresji danych materiałowych w oparciu o metody uczenia maszynowego
- pomiary optyki nieliniowej wykorzystujące intensywne wiązki femtosekundowe
- pomiary z wykorzystaniem metod spektroskopii femtosekundowej „pump and probe”
- badania widma transmisji oraz odbicia od dowolnych materiałów w zakresie terahercowym (100 GHz–3 THz), a także projektowanie i pomiary masek fazowych na zakres terahercowy
- pomiary fotoluminescencji czasowo rozdzielczej (1 ps do 100 ns) z wykorzystaniem kamery smugowej





LABORATORIUM APLIKACJI GRAFENU PŁATKOWEGO I MATERIAŁÓW 2D POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE

#NANOSTRUKTURY #GRAFEN #MATERIAŁY 2D
#NANOKOMPOZYTY POLIMEROWO-GRAFENOWE
#TUSZE GRAFENOWE #CIENKIE WARSTWY

Laboratorium aplikacji grafenu płatkowego i materiałów 2D działa na Wydziale Fizyki PW w Zakładzie Badań Strukturalnych.

Zespół specjalizuje się w wytwarzaniu wielofunkcyjnych kompozytów polimerowych z wypełniaczami nanowęglowymi, w których istnieje możliwość dostosowania konkretnych właściwości fizycznych za pomocą doboru metody wytwarzania i składu kompozytu. Do produkcji kompozytów wykorzystywany jest wysokiej jakości grafen płatkowy, wytwarzany w Laboratorium Chemicznym Zespołu. Członkowie zespołu przykładają szczególną uwagę do kontroli jakości wytwarzanego produktu. Zespół wytwarza też tzw. tusze o wysokiej zawartości wypełniacza nanowęglowego, które mogą zostać wykorzystane np. do natrysku cienkich powłok metodą spray-coating.

Zespół ma doświadczenie we współpracy zarówno z jednostkami naukowymi, jak i z sektorem przemysłowym. Jego prace związane są z realizacją prestiżowych międzynarodowych i krajowych projektów, jak Graphene Flagship, czy Team-Tech (FNP).

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Mariusz Zdrojek
mariusz.zdrojek@pw.edu.pl
(+48) 22 234 71 70
www.nano.fizyka.pw.edu.pl

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- LABORATORIUM CHEMICZNE
- aparatura służąca wytwarzaniu grafenu płatkowego:
 - homogenizator wysokociśnieniowy (Panda Plus)
 - chemiczna metoda interkalacji i eksfoliacji w oleum
- aparatura służąca wytwarzaniu kompozytów polimerowych i cienkich warstw:
 - hot-press (zasoby własne)
 - ekstruzja (Thermo Fisher)
 - spray-coating (zasoby własne)
- aparatura służąca charakteryzacji materiałów:
 - spektroskopia Ramana (Renishaw in Via)
 - mikroskopie: AFM (Bruker Icon), SEM (Raith), optyczna
 - spektroskopia UV/vis/NIR (Perkin)
 - pomiary rezystywności DC i AC 5GHz (Guardian, QWED)
 - pomiary ekranowania promieniowania elektromagnetycznego w zakresie mikrofal i teraherców (ASTM - D4935, Agilent, TeraView)
 - pomiary właściwości termicznych (Hot Disk)
 - pomiary właściwości mechanicznych DMA (TA Instruments)

WYBRANE PROJEKTY

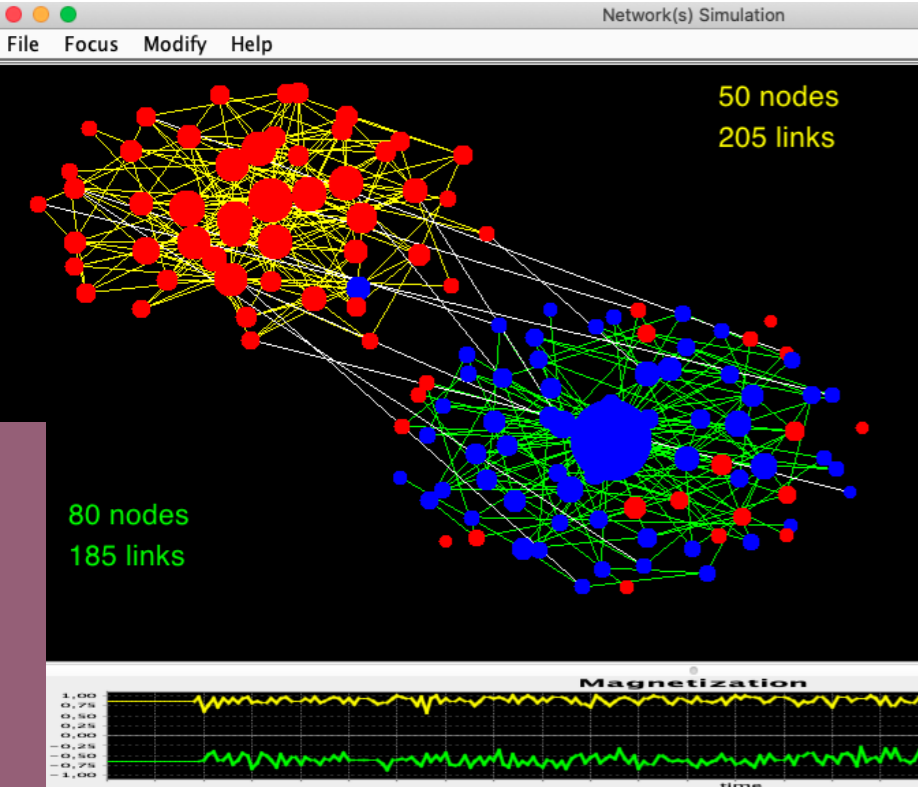
- Opracowanie technologii produkcji wielofunkcyjnych nanokompozytów polimerowych do zastosowań w przemyśle lotniczym oraz kosmicznym (NCBR, Lider, 2021–2024)
- Graphene-based disruptive technologies (Graphene Flagship – Core 2 & 3, 2017–2023)
- Termoplastyczne nanokompozyty do efektywnego tłumienia promieniowania mikrofalowego (FNP, 2017–2022)
- Przejrzalne metamateriały hiperboliczne na potrzeby nowej generacji przyrządów fotonicznych (NCBR, 2017–2020)
- Ultra-cienkie warstwy z materiałów 2D jako nowoczesne ekrany promieniowania elektromagnetycznego (MNIŚW, 2015–2018)

OFEROWANE USŁUGI

- wytwarzanie grafenu płatkowego o kontrolowanej jakości i wielkości płatków w ekologicznych rozpuszczalnikach
- wytwarzanie nanotuszy na bazie grafenu o wysokiej zawartości wagowej wypełniacza
- wytwarzanie nanotuszy na bazie dostarczonych nanomateriałów
- wytwarzanie cienkich warstw na bazie nanotuszy (tusze wykonane na zamówienie lub dostarczone przez klienta) na dowolnym podłożu
- wytwarzanie nanokompozytów polimerowych (przy użyciu m.in. ABS, PP, PLA, THV, FEP, PDMS) za pomocą trzech metod: ekstruzji, prasowania na ciepło (tzw. hot-press), utwardzania z fazy płynnej
- obróbka termiczna tworzyw sztucznych na potrzeby dalszych badań
- charakteryzacja następujących materiałów:
 - grafen płatkowy
 - zawiesiny i tusze zawierające nanomateriały
 - nanokompozyty elastomerowe i termoplastyczne
 - cienkie warstwy na bazie nanomateriałów

WYNALAZKI

- Composite material for shielding electromagnetic radiation, raw material for additive manufacturing methods and a product comprising the composite material as well as a method of manufacturing the product (US 20200276797A1)
- Sposób wytwarzania grafenu płatkowego metodą interkalacji i eksfoliacji grafitu (P. 437127)
- Sposób wyznaczania właściwości termicznych materiałów dwuwymiarowych (PL 225489-B1)
- Method of manufacturing flake graphene (EP19461534.0)
- Application of a polymer-carbon material shielding from electromagnetic radiation with wavelengths in sub-terahertz and terahertz ranges (PCT/PL2017/000119)



ZESPÓŁ FIZYKI W EKONOMII I NAUKACH SPOŁECZNYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE; INFORMATYKA

#ANALIZA EMOCJI #EKSPLORACJA DANYCH #DATA SCIENCE
#UKŁADY ZŁOŻONE #SIECI ZŁOŻONE #EKONOFIZYKA #SOCJOFIZYKA
#PAKIET R #SCJENTOMETRIA #MODELOWANIE AGENTOWE

Zespół działa na Wydziale Fizyki PW i jest przygotowany do współpracy z partnerami przemysłowymi. Zespół wykorzystuje metody fizyki, matematyki i informatyki do analizy złożonych procesów w układach społecznych i ekonomicznych.

Członkowie grupy koordynowali kilka projektów UE. Działali również jako eksperci zewnętrzni dla firmy Bunge Inc. (światowy lider dystrybucji zboża), opracowując algorytmy używające koncepcji „wisdom of crowds” do przewidzenia przyszłych zbiorów ziół na podstawie ankiet rolników.

Z kolei w ramach współpracy z Heat Tech Center (placówka badawczo-rozwojowa Veolii Energia Warszawa S.A.) Zespół stworzył algorytmy do przewidywania awaryjności elementów sieci grzewczej w Warszawie.

Obecnie Zespół współpracuje z firmą Atstratus, czego efektem jest złożenie wniosku o finansowanie w programie INFOSTRATEG (konkurs NCBR) w zakresie weryfikowania źródeł informacji i detekcji fake newsów.

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Janusz Hołyst
dr inż. Julian Sienkiewicz
janusz.holyst@pw.edu.pl;
julian.sienkiewicz@pw.edu.pl
(+48) 22 234 71 33; (+48)22 234 58 08
www.if.pw.edu.pl/~jholyst

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- serwer obliczeniowy HPE Proliant DL385 Gen10 AMD EPYC 7452 @ 2.35 GHz 32 core x 2, 384 GB RAM – wewnętrzny klaster 6 komputerów Intel Core i7-9700K CPU @ 3.60 GHz, 64 GB RAM

OFEROWANE USŁUGI

- symulacje zmian opinii i sieci społecznych
- text mining
- analiza sentymentu
- wykorzystywanie metod data mining w analizie danych biznesowych
- modelowanie i optymalizacja procesów w oparciu o:
 - teorię sieci złożonych
 - modele agentowe
 - uczenie maszynowe
 - metody fizyki statystycznej
- analiza wydajności funkcjonowania zespołu w oparciu o teorię równowagi strukturalnej
- analiza i wizualizacja dorobku naukowego metodami scjentometrycznymi
- silna baza naukowa i dydaktyczna w kontekście wykorzystania pakietu R do analizy i wizualizacji danych oraz tworzenia aplikacji (shiny, shiny dashboard)

WYBRANE PROJEKTY

- Spolaryzowane relacje i równowaga strukturalna w układach złożonych: od danych do modeli (NCN, 2020–2023)
- Skuteczne metody detekcji źródeł sygnału w realistycznych modelach sieci społecznych (Grant PW w ramach konkursu IDUB „CyberiADA-1”, 2020–2021)
- Przewyciężanie wielowymiarowych, społeczno-ekonomicznych następstw pandemii COVID-19 (Grant PW w ramach konkursu „IDUB against COVID-19”, 2020–2022)
- Reverse Engineering of social information processing (Horyzont 2020, 2016–2019)
- Sophocles – Self-Organised information PrOcessing, CriticaLity and Emergence in multilevel Systems (UE, 7 Program Ramowy, 2012–2015)
- Cyberemotions – Collective emotions cyberspace (UE, 7 Program Ramowy, 2009–2013)

WYBRANE OSIĄGNIĘCIA

- nagroda kryształowej Brukselki przyznana prof. Januszowi Hołystowi w roku 2016 przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wybitne osiągnięcia w pozyskiwaniu Projektów UE
- wygranie konkursu na grant dla projektu RENOIR (koordynacja) w Programie UE: Horyzont 2020
- wygranie konkursu na grant dla projektu Cyberemotions – Collective emotions in cyberspace (koordynacja) w Programie UE: 7 Program Ramowy



LABORATORIUM BADAŃ PERCEPCYJNYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

FIZYKA (PSYCHOFIZYKA, OPTYKA WIDZENIA)

#PERCEPCJA #OPTYKA #SOCZEWKI #ZMYŚŁY
#ODBIÓR BODŹCÓW #ANALIZA DANYCH #PSYCHOFIZYKA

Zespół powstał we współpracy Wydziału Fizyki PW oraz Działu Badań i Analiz CZliTT PW, łącząc wiedzę w zakresie optyki i biofizyki oraz psychologii i socjologii. Zespół reprezentuje kompetencje fizyków, optyków, okulisty, psychologów i socjologów. Współpracuje z ekspertem specjalizującym się w zakresie optyki dyfrakcyjnej, projektowania systemów obrazujących i elementów korygujących widzenie.

Zespół uczestniczył w realizacji wielu projektów badawczych dotyczących widzenia maszynowego, elementów optycznych „miecz świetlny” oraz charakterystyki i symulacji widzenia oka ludzkiego. Zespół pracuje obecnie nad unikalnym w skali światowej symulatorem widzenia, który pozwoli na wirtualną korekcję widzenia i symulację działania dowolnej metody korekcji wzroku.

KONTAKT

dr inż. Krzysztof Petelczyc
krzysztof.petelczyc@pw.edu.pl
www.vido.tech

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

W infrastrukturze badawczej Laboratorium znajduje się aparatura niezbędna do badań:

- jakości widzenia (autorefraktometr, foropter automatyczny),
- percepcji głębi (stereometr),
- kontrastu widzenia (ciemnia kabinowa),
- percepcji barw (testy Farnsworth Munsell, kabina standaryzowanego oświetlenia),
- szybkości reakcji (test krzyżowy, test Piórkowskiego)
- badań optycznych (stół optyczny, mierniki natężenia światła, spektrometr, kolorymetr)

Zespół posiada również dostęp do unikatowego sztucznego oka przeznaczonego do standaryzowanych badań charakterystyk wewnątrzgałkowych implantów soczewki oka.

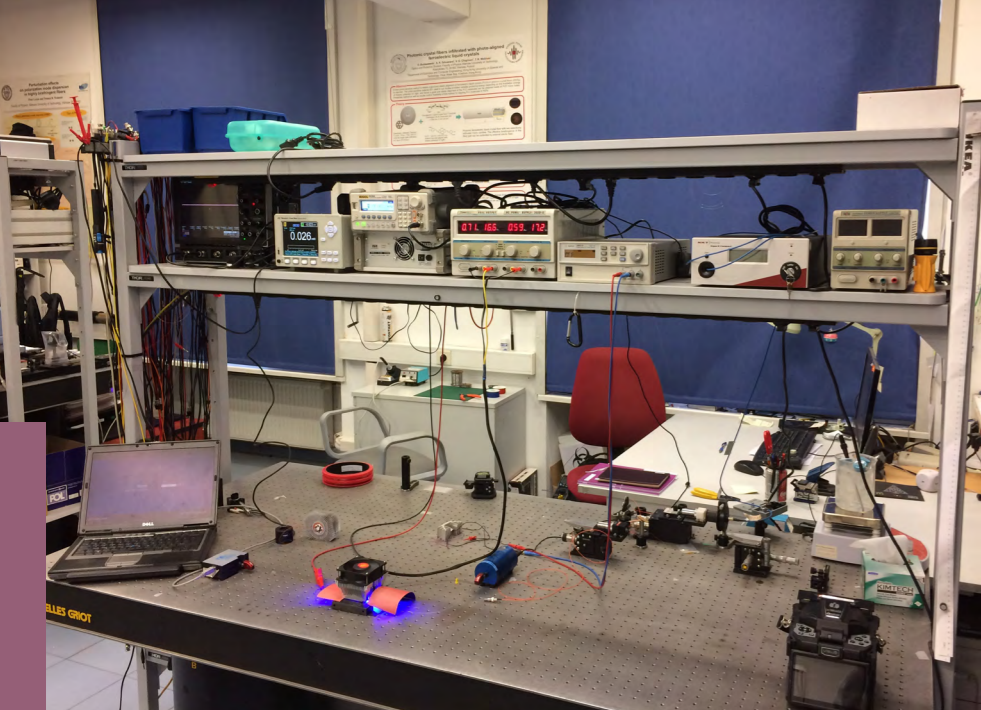
OFEROWANE USŁUGI

- ekspertyzy i testy w zakresie optyki widzenia i badań psychofizycznych (pomiar wrażeń)
- ekspertyzy dla branży drogowej i reklamowej z zakresu widoczności, rozpoznawalności i reakcji użytkowników na reklamy i ostrzeżenia wizualne i dźwiękowe stosowane w przestrzeni publicznej
- badania optyczne charakterystyk elementów optycznych i oceny jakości obrazu, wykorzystujące nowoczesne techniki, np. holografia

ZREALIZOWANE PROJEKTY

- Poprawa jakości widzenia za pomocą optyki dynamicznej
- Optymalizacja jakości obrazów o dużej głębi ostrości tworzonych przez elementy o modulowanej kątowno mocy optycznej
- Model wewnątrzgałkowego implantu soczewki oka ludzkiego zapewniającego widzenie z dużą głębią ostrości
- Innowacyjne soczewki kontaktowe kompensujące starczowzroczność – analiza ograniczeń technicznych podczas produkcji i użytkowania
- Lens that miGHT be a Satisfactory Way Of Reducing age Degradation of Sight
- Optyka Fresnelowska w paśmie terahercowym
- Elementy optyczne do widzenia maszynowego ze zwiększoną głębią ostrości





PRACOWNIA FOTONIKI ŚWIATŁOWODOWEJ POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE

#ŚWIATŁOWODY #CZUJNIKI ŚWIATŁOWODOWE #FOTODIODY LAWINOWE
#ŚWIATŁOWODOWE SIATKI BRAGGA #SHM #MATERIAŁY KOMPOZYTOWE
#CZUJNIKI ŚRODOWISKOWE

Pracownia Fotoniki Światłowodowej funkcjonuje na Wydziale Fizyki PW, w Zakładzie Optyki i Fotoniki.

W działalności Zespołu można wyróżnić następujące trzy grupy tematyczne:

- światłowody specjalne,
- czujniki światłowodowe,
- detektory lawinowe.

Działania zespołu związane są z badaniami w dziedzinie fotoniki światłowodowej. Zespół posiada wieloletnie doświadczenie w projektowaniu i budowie czujników i komponentów światłowodowych oraz tworzeniu nowych urządzeń fonicznych na bazie światłowodów i ciekłych kryształów.

Doświadczenie to wynika z realizacji wielu grantów badawczych finansowanych zarówno ze środków NCN i NCBIR, jak i z realizacji prac zleconych przez partnerów przemysłowych.

Partnerami przemysłowymi podczas realizacji prac badawczych lub zleceńdawcami byli: Polskie Zakłady Lotnicze Sp. z o.o./ a Lockheed Martin Company (Mielec), PZL Świdnik, Fraunhofer IZM (Berlin), PKN Orlen.

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Tomasz Woliński
tomasz.wolinski@pw.edu.pl
(+48) 22 234 56 89
www.if.pw.edu.pl/~opto/j3

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

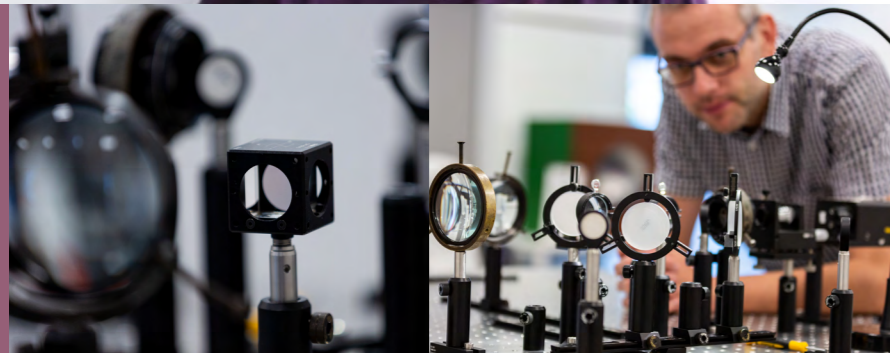
- stabilizowane stoły optyczne, lasery światła widzialnego wysokiej klasy, kompletne precyzyjne wyposażenie opto-mechaniczne ze sterowaniem komputerowym, polarymetry, spektroskopy pasma widzialnego, UV i podczerwieni
- mikroskop cyfrowy Keyence, analizator widma optycznego Yokogawa, laser przestrajalny Tunics, analizator polaryzacji światła PAT, spawarki światłowodowe, reflektometr światłowodowy
- układy do testowania dynamiki fotodetektorów chłodzonych jak i nie chłodzonych, odpowiednie wyposażenie do analizy i akwizycji sygnału pomiarowego, najnowsze dostępne na rynku struktury fotodiod lawinowych do testowania w aplikacjach docelowych, w pełni wyposażone laboratorium optoelektroniczne

WYBRANE PROJEKTY

- Inteligentne materiały kompozytowe z wbudowanymi czujnikami światłowodowymi (KE, ERA-NET- MATERA, 2009–2012)
- Polimerowe czujniki światłowodowe do monitoringu degradacji materiałów kompozytowych (NCN, 2012–2014)
- Foniczne materiały kompozytowe do monitorowania struktur lotniczych (NCBR, 2012–2015)
- Badania i rozwój nowych, innowacyjnych metod projektowania i wytwarzania kompozytowych lotniczych struktur pierwszorzędowych (PZL Mielec Sp. z o.o., 2014–2020)
- Photonic Sensing Systems for Composite Materials Manufacturing Process Monitoring (Fraunhofer IZM, 2017–2020)
- Badanie właściwości propagacyjnych samoorganizujących się optofluidycznych jednowymiarowych struktur fonicznych dedykowanych dla obszaru widmowego średniej podczerwieni (NCN, 2021–2024)
- Realizacja prac przed wdrożeniowych Inkubator 4.0 (Instytut Badań Stosowanych, 2021–2022)

OFEROWANE USŁUGI

- wykonywanie łączy między światłowodami specjalnymi
- wytwarzanie przestrajalnych komponentów światłowodowych o właściwościach dostosowanych do wymagań zleceniodawców
- wytwarzanie czujników światłowodowych oraz opto-fluidycznych
- integrowanie czujników światłowodowych z materiałami użytkowymi (tzw. smart materials)
- numeryczne modelowanie komponentów optycznych i fonicznych (COMSOL, Matlab, tworzenie własnych aplikacji obliczeniowych dedykowanych do konkretnych problemów)
- porządkowanie molekuł ciekłokrystalicznych na podłożach o różnej geometrii
- obrazowanie polarymetryczne oraz wyznaczanie właściwości polaryzacyjnych komponentów optycznych
- obrazowanie mikrokomponentów optycznych (w tym wykonywanie modeli 3D)
- obrazowanie w zakresie bliskiej podczerwieni (kamera InGaAs)
- precyzyjny montaż mikrokomponentów optycznych, elektronicznych, opto-mechanicznych
- selektywne wypełnianie mikrostruktur różnymi substancjami (w szczególności światłowody mikrostrukturalne, kryształy foniczne)
- projektowanie i wykonywanie zautomatyzowanych systemów optoelektronicznych dostosowanych do potrzeb użytkownika
- „pigtailowanie” laserów półprzewodnikowych światłowodami standardowymi oraz mikrostrukturalnymi
- kontrola jakości mikroelementów (wymiarowanie, porównywanie do wzorca)
- dodatkowo:
 - przygotowywanie wniosków projektowych
 - szkolenie z zakresu czujników światłowodowych
 - szkolenie z procesu laminacji czujników światłowodowych
- ponadto:
 - opracowanie bardzo czułego układu detekcyjnego do pomiaru światła widzialnego
 - miniaturyzacja układów do pomiarów błysków scyntylacyjnych
 - projektowanie gotowych modułów pomiarowych umożliwiających detekcję sygnałów optycznych
 - projektowanie układów do wzmacniania sygnałów elektronicznych



PRACOWNIA INFORMATYKI OPTYCZNEJ POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE

#OPTOMETRIA #HOLOGRAFIA
#WYŚWIETLACZE HOLOGRAFICZNE #OPTYKA WIDZENIA
#BADANIA PSYCHOFIZYCZNE #PROMIENIOWANIE TERAHERCOWE
#POWIĘKSZONA GŁĘBIA OSTROŚCI #HOLOGRAFIA SYNTETYCZNA

Pracownia Informatyki Optycznej funkcjonuje w ramach Zakładu Optyki i Fotoniki Wydziału Fizyki PW. W działalności Pracowni Informatyki Optycznej można wyróżnić następujące trzy grupy tematyczne:

- projekcja holograficzna, wyświetlacze bazujące na dyfrakcji światła laserowego, holografia syntetyczna, obrazowanie z powiększoną głębią ostrości,
- optyka widzenia, elementy i układy optyczne do zastosowań okulistycznych i optometrycznych, badania psychofizyczne (pomiar wrażeń),
- optyka promieniowania terahercowego (THz) nakierowana na zastosowania do obrazowania obiektów biologicznych, obrazowania i różnicowania tkanek nowotworowych, tomografii, nieniszczącej analizy jakości materiałów oraz telekomunikacji bliskiego zasięgu.

Zespół posiada ponad 30-letnie doświadczenie w zakresie prac aplikacyjnych z wykorzystaniem metod optyki klasycznej, optyki dyfrakcyjnej, optoelektroniki i fotoniki. W jego skład wchodzi m.in. grupa naukowców o międzynarodowej renomie w dziedzinie optyki, z odbytymi stażami naukowymi w czołowych jednostkach badawczych z Hiszpanii, Francji, Niemiec, Litwy i Japonii.

Jego przykładowi partnerzy to: Wojskowy Instytut Medyczny w Warszawie, PCO S.A., Technical University of Catalonia (Hiszpania), University of Santiago de Compostela (Hiszpania), University Savoie Mont Blanc (Francja), Chiba University (Japonia), Center for Physical Sciences and Technology (Litwa), University of Antioquia (Kolumbia).

KONTAKT

prof. dr hab. inż. Andrzej Kołodziejczyk
andrzej.kolodziejczyk@pw.edu.pl
(+48) 22 234 79 77
www.if.pw.edu.pl/~opto/j3

OFEROWANE USŁUGI

- projektowanie i optymalizacja nowatorskich układów optycznych (projekcyjnych, wyświetlaczowych) bazujących na dyfrakcji i holografii
- projektowanie oraz wytwarzanie elementów dyfrakcyjnych do zastosowań specjalnych (obrazowanie, obronność)
- ponadto:
 - projektowanie nowatorskich elementów optycznych do korekcji starczowzroczności
 - szkolenia, warsztaty i ekspertyzy dla okulistów w zakresie optyki widzenia i badań psychofizycznych (pomiar wrażeń) oraz dla branży drogowej i reklamowej z zakresu widoczności, rozpoznawalności i reakcji na reklamy, ostrzeżenia wizualne oraz dźwiękowe
- usługi dla zakresu promieniowania THz do różnych aplikacji, np. obrazowanie, skanowanie, zastosowania medyczne

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

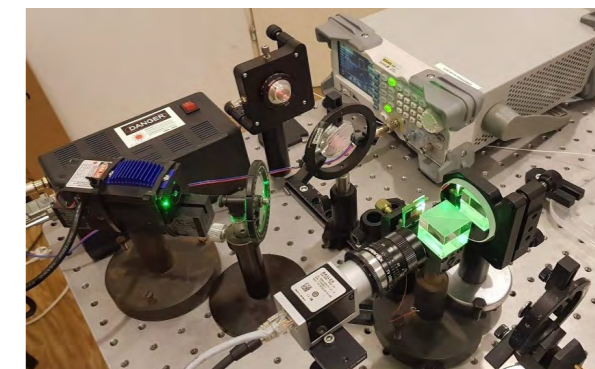
- stabilizowane stoły optyczne, precyzyjne układy interferometryczne, lasery światła widzialnego wysokiej klasy, kompletne precyzyjne wyposażenie opto-mechaniczne ze sterowaniem komputerowym, przestrzenne modulatory światła (SLM), polarymetr, spektroskopy pasma widzialnego, UV i podczerwieni, stanowiska pomiarów termowizyjnych
- autorefraktometr, kabina standaryzowanego oświetlenia, ciemnia kabinowa, test krzyżowy, stół optyczny, spektrometr, foropter automatyczny, testy Farnsworth Munsell, test Piórkowskiego, miernik natężenia światła, kolorymetr, dostęp do sztucznego oka spełniającego normy ISO
- układ terahercowej spektroskopii w dziedzinie czasu (ang. Terahertz Time Domain Spectroscopy, THz-TDS)

INNE OSIĄGNIĘCIA

- zaprojektowanie i wykonanie modeli soczewek z modulacją kątową mocy optycznej do korekcji starczowzroczności – Przeprowadzenie pierwszych testów klinicznych wykonanych modeli we współpracy z Wojskowym Instytutem Medycznym w Warszawie
- opracowanie autonomicznego, nagłownego, barwnego, przeziernego wyświetlacza holograficznego AR o dużym polu widzenia we współpracy z PCO S. A.
- przeprowadzenie pierwszej na świecie demonstracji wielkoskalowej projekcji holograficznej na żywo
- zbudowanie miniaturowej głowicy projekcyjnej opartej na barwnej holografii syntetycznej

WYBRANE PROJEKTY

- Kompaktowy ultra-wydajny projektor laserowy do urządzeń przenośnych (NCBR, LIDER, 2013–2016)
- Holographic Near Eye Display (HANEDA, FNP TEAM TECH, 2017–2021)
- Opracowanie unikalnego w skali światowej symulatora widzenia, pozwalającego na wirtualną korekcję widzenia i symulację działania różnych metod korekcji wzroku (NCBR, LIDER, 2018–2022)
- Terahercowe wielozadaniowe dyfrakcyjne urządzenie poprawiające obrazowanie nowotworów skóry (NCBR, LIDER, 2018–2022)





LABORATORIUM MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ ELEKTROCHEMICZNYCH

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE

#MAGAZYNOWANIE I KONWERSJA ENERGII #FERROELEKTRYKI
#PRZEWODNIKI JONÓW LITU #PRZEWODNIKI JONÓW SODU
#PRZEWODNIKI JONÓW TLENU #CERAMICZNE ELEKTROLITY
#STRUKTURA CIAŁ STAŁYCH #WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRYCZNE CIAŁ STAŁYCH
#POLIMERY SYNTEZA MATERIAŁÓW #ELEKTROCHEMIA
#MATERIAŁY KRystaliczne SZKŁA I NANOKOMPOZYTY

POWRÓT DO SPISU TREŚCI

20

Laboratorium materiałów i urządzeń elektrochemicznych mieści się na Wydziale Fizyki PW. Zespół pracowników związanych z tym laboratorium posiada wieloletnie doświadczenie w badaniu zjawisk fizycznych i fizykochemicznych zachodzących w przewodnikach elektronowych i jonowych, pod kątem ich zastosowań w urządzeniach do magazynowania i konwersji energii.

Prace Zespołu dotyczą m.in. ogniw Li- oraz Na-ion, ogniw paliwowych, sensorów chemicznych oraz membran do separacji gazów. Obejmują również projektowanie i wytwarzanie nowych materiałów, badania ich właściwości oraz stosowanie ich w prototypowych urządzeniach. Prowadzone są też badania komercyjnych baterii Li-ion. Powyższym pracom doświadczalnym towarzyszą symulacje komputerowe.

Zespół cechuje się doświadczeniem naukowym zdobytym na najlepszych światowych uczelniach, m.in. MIT (USA), ETH (Szwajcaria) czy Cambridge (Wielka Brytania). Jego członkowie prowadzą projekty finansowane ze środków Unii Europejskiej oraz środków krajowych (NCN, NCBR oraz FNP). Zespół współpracuje z partnerami o międzynarodowej renomie, związanymi m.in. z MIT (USA), ETH (Szwajcaria), Queen Mary University of London (Wielka Brytania), The Materials Science Institute of Madrid (Hiszpania) oraz University of Lille (Francja).

KONTAKT

dr inż. Konrad Kwatek
konrad.kwatek@pw.edu.pl
(+48) 22 234 85 61
<http://www.if.pw.edu.pl/~zak4www/pol.html>

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- wysokotemperaturowe piece komorowe, rurowe, indukcyjne i RTP (synteza w kontrolowanej atmosferze)
- planetarne młyny kulowe Pulverisette 7 (premium oraz classic line)
- dyfraktometr rentgenowski Epyrean z wysokorozdzielczym detektorem, przystawkami do pomiaru w zakresie wysokich i niskich temperatur, w atmosferze gazów obojętnych i wodoru (możliwość prowadzenia pomiarów XRD (lampy Cu oraz Ag) oraz SAXS)
- spektrometry impedancyjne Solartron 1260 oraz Novocontrol Alpha-A (pomiar impedancji w zakresie od -180°C do 900°C , w zakresie częstotliwości $10\ \mu\text{Hz}$ – $30\ \text{MHz}$)
- mikroskop sił atomowych NT-MDT
- linia technologiczna do składania prototypowych ogniw elektrochemicznych
- potencjostaty i galwanostaty Solartron, Arbin, Nova (do testów ogniw elektrochemicznych i komercyjnych baterii)
- kalometry Q200 oraz Q2000, analizator termogravimetryczny Q600, a także analizator termomechaniczny Q400 (TA Instruments)

WYBRANE PROJEKTY

- Highly advanced modular integration of insulation, energising and storage systems for non-residential buildings' - 'POWERSKIN PLUS (Horyzont 2020, 2019–2023)
- Efektywna charakteryzacja elektrolitów litowych o strukturze granatu (NCN, Opus, 2020–2023)
- Wpływ lokalnego otoczenia na transport jonowy w przewodnikach jonów tlenu o strukturze fluorytu oraz perowskitu (NCN, Harmonia, 2019–2022)
- Zmiany koncentracji defektów w obszarze przejścia fazowego w przewodnikach jonów tlenu opartych na tlenku bizmutu (NCN, Opus, 2019–2022)
- Wpływ struktury defektowej na transport jonów tlenu w związkach opartych na tlenku ceru (NCN, Sonata, 2017–2021)

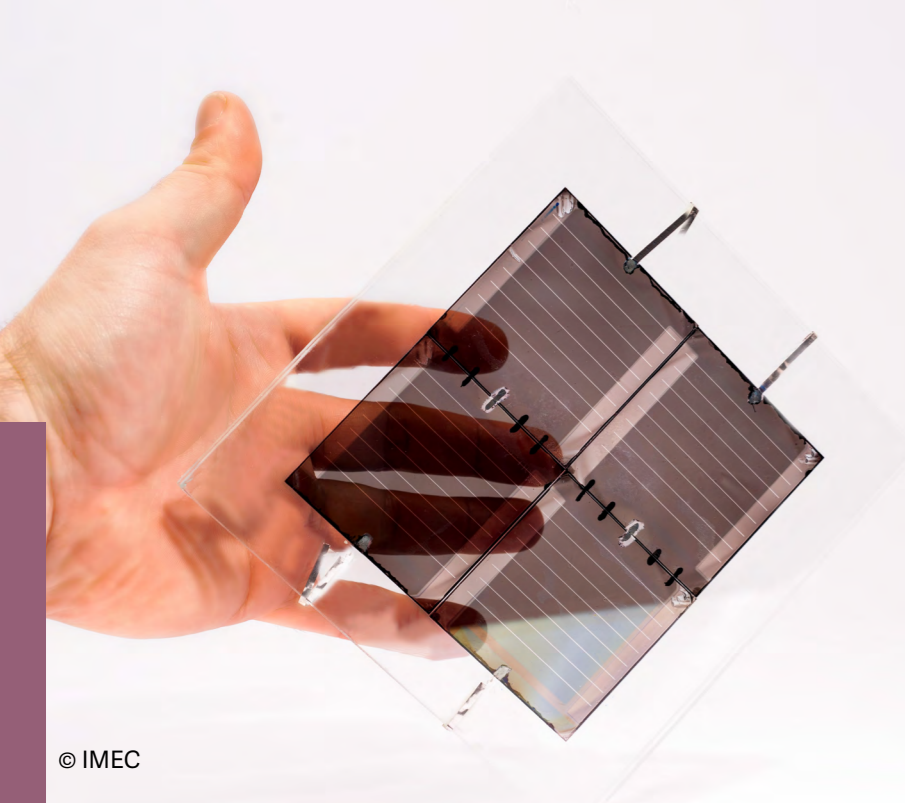
OFEROWANE USŁUGI

- synteza materiałów krystalicznych metodami:
 - reakcji w fazie stałej, zol-żel
 - współstrącania
- otrzymanie szkielec metodami szybkiego chłodzenia dociskowego, wirujących walców lub mehanosyntezy
- badanie struktury krystalicznej materiałów lub bliskiego porządku w materiałach niekrystalicznych
- badania strukturalne w funkcji temperatury i w różnych atmosferach
- badanie właściwości elektrycznych materiałów: impedancja, przewodnictwo elektronowe i jonowe, mechanizmy transportu ładunku – w funkcji temperatury i w różnych atmosferach
- obrazowanie właściwości powierzchni (topografia, domeny magnetyczne, uziarnienie kompozytów) za pomocą mikroskopu sił atomowych
- składanie i charakteryzacja prototypowych ogniw litowo-jonowych (wyznaczenie pojemności, zachowanie w kolejnych cyklach, charakteryzacja komercyjnych baterii litowo-jonowych)

ZGŁOSZENIA PATENTOWE

- Lithium-containing thin films (WO/2020/036927)
- Methods of fabricating thin films comprising lithium-containing materials (WO/2020/036936)
- Układ mocowania reduktorów do butli z gazami sprężonymi (P.399559-A1)
- Polimery o strukturze gwiaździstej zawierające na końcach ramion grupy funkcyjne, sposób ich wytwarzania oraz ich zastosowanie (P.399217-A1)

21



© IMEC

ZESPÓŁ FOTOWOLTAIKI POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE;
AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I ELEKTROTECHNIKA

#PÓŁPRZEWODNIKI #OGNIWA SŁONECZNE #FOTOWOLTAIKA
#DEFEKTY #CIENKIE WARSTWY #CIGS #POMIARY ELEKTRO-OPTYCZNE
#SPEKTROSKOPIA DEFECTÓW #WYDAJNOŚĆ KWANTOWA #LUMINESCENCJA

Zespół Fotowoltaiki na Wydziale Fizyki PW istnieje od przeszło 25 lat. Prace badawcze skoncentrowane są na zrozumieniu mechanizmów wpływających na wydajność ogniw słonecznych, w szczególności cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych opartych na $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS), Sb_2Se_3 oraz perowskitach, poprzez ich elektro-optyczną charakteryzację metodami transportowymi (przewodność AC i DC, charakterystyki prądowo-napięciowe I-V-T, wydajność kwantowa (I)QE-T, Suns-Voc) oraz spektroskopii defektów (C-V-T, admitancja, DLTS, PICTS, PL). Kompetencje zespołu obejmują także numeryczne modelowanie działania ogniw słonecznych (1D, 2D i właściwości defektów metodami ab-initio) oraz zastosowanie metod eksploracji danych do optymalizacji procesów produkcji ogniw słonecznych.

Zespół współpracuje z czołowymi grupami wytwarzającymi ogniwa cienkowarstwowe, m.in. ZSW Stuttgart, EMPA Zurich, IMN Nantes, HZB Berlin, ASC Uppsala.

KONTAKT

dr hab. inż. Paweł Zabierowski, prof. uczelni
pawel.zabierowski@pw.edu.pl
(+48) 22 234 82 27
www.fizyka.pw.edu.pl

OFEROWANE USŁUGI

- elektryczna i optyczna charakteryzacja ogniw słonecznych, urządzeń półprzewodnikowych i materiałów półprzewodnikowych
- detekcja i charakteryzacja defektów w urządzeniach i materiałach półprzewodnikowych
- zaawansowana analiza danych pomiarowych
- ekspertyzy dotyczące tematyki ogniw słonecznych

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

- układ do pomiarów wydajności kwantowej i charakteryzacji I-V z symulatorem słonecznym Bentham PVE300
- układ do pomiarów transmisji oraz odbicia z symulatorem słonecznym firmy Bentham
- układy do pomiarów RLC w temperaturach 10K-350K (C-V, DLCP, AS) - HP, Advantech
- układ do pomiarów DLTS, Laplace-DLTS – mostek Boonton 7200 wraz z krystatem helowym
- układ do pomiarów Suns - Voc
- charakteryzatory I-V
- kriostaty azotowe do pomiarów w temperaturach 80K-350K
- układ do pomiarów (foto)przewodności oraz niestacjonarnej fotoprądowej spektroskopii defektów: G(T), PICTS
- układy do pomiarów luminescencji (PL) i elektroluminescencji (EL)
- modelowanie działania ogniw słonecznych (1D, 2D)

WYBRANE PROJEKTY

- Kontrola ciśnienia par Se w procesie produkcji paneli fotowoltaicznych opartych na materiale CIGS (NCBR, MNT/ CONCEPT, 2012–2014)
- Badanie wpływu warstwy buforowej CdIn_2S_4 na wydajność cienkowarstwowych ogniw słonecznych CIGS (IDUB PW, 2020–2021)
- Zdalne zasilanie dronów promieniowaniem laserowym – struktury na bazie półprzewodnika CIGS do konwersji promieniowania laserowego (IDUB PW, 2020–2021)
- Wpływ metali alkalicznych na cienkie warstwy i ogniwa słoneczne CIGS (NCN, Beethoven, 2018–2020)
- Defekty w ogniwach perowskitowych (IDUB PW, 2020–2021)
- New concepts for high efficiency and low cost in-line manufactured flexible CIGS solar cells – hipoCIGS (FP7, 2010–2012)



PRACOWNIA ANALIZY TERMICZNEJ WYDZIAŁU FIZYKI

POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

NAUKI FIZYCZNE; INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

#ANALIZA TERMICZNA #SKANINGOWA KALORYMETRIA RÓŻNICOWA
 #ANALIZA TERMOMECHANICZNA #TERMOGRAWIMETRIA
 #PRZEMIANY FAZOWE #ROZSZERZALNOŚĆ TERMICZNA
 #CIEPŁO WŁAŚCIWE #KRYSTALIZACJA

Pracownia Analizy Termicznej zlokalizowana jest na Wydziale Fizyki PW. Głównym obszarem jej działalności są przemiany fazowe zachodzące w fazie skondensowanej w tlenkach, metalach lub polimerach, a także wyznaczanie charakterystycznych parametrów materiału, takich jak np. współczynnik rozszerzalności termicznej lub ciepło właściwe. Pracownia od ponad 10 lat oferuje analizy prowadzone na zlecenie podmiotów zewnętrznych takich jak instytuty naukowe, uczelnie, a także przedsiębiorstwa państwowe i prywatne (polskie i zagraniczne).

Wśród zlecniodawców pracowni byli między innymi: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu Sp. z o.o., Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Joint Institute of Nuclear Research w Dubnej oraz firma Corning Inc.

KONTAKT

dr hab. inż. Jerzy Antonowicz, prof. uczelni
 jerzy.antonowicz@pw.edu.pl
 (+48) 22 234 58 39
 www.pat.if.pw.edu.pl

INFRASTRUKTURA BADAWCZA

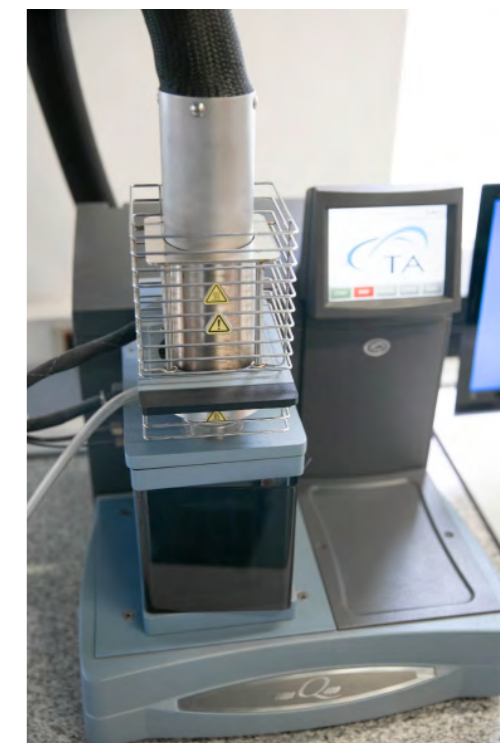
- różnicowy kalorymetr skaningowy DSC Q2000 firmy TA Instruments wyposażony w układ chłodzenia ciekłym azotem
- różnicowy kalorymetr skaningowy DSC Q200 firmy TA Instruments wyposażony w mechaniczny układ chłodzenia
- analizator termogravimetryczny TGA z możliwością prowadzenia analiz równoczesnych TGA/DTA i TGA/DSC SDT Q600 firmy TA Instruments
- analizator termomechaniczny TMA Q400EM z możliwością modulacji temperatury lub siły firmy TA Instruments wyposażony w mechaniczny układ chłodzenia

WYBRANE PROJEKTY

- Ciecze jonowe jako nowe materiały w chłodnictwie absorpcyjnym – badania fizykochemiczne i termodynamiczne (NCN, 2011–2014)
- Kompozytowe materiały zmiennofazowe PCM jako wydajne magazyny energii cieplnej: wytwarzanie, charakterystyka termofizyczna i modelowanie matematyczne (Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, 2020–obecnie)
- Wpływ uporządkowania struktury na transport jonów i elektronów w układach tlenków zawierających tlenek bizmutu (NCN, 2013–2016)
- Zmiany koncentracji defektów w obszarze przejścia fazowego w przewodnikach jonów tlenu opartych na tlenku bizmutu (NCN, 2019–obecnie)
- Efektywna charakteryzacja elektrolitów litowych o strukturze granatu (NCN, 2020–obecnie)

OFEROWANE USŁUGI

- analizy metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (wyznaczanie temperatur przemian fazowych, ciepła przemiany, ciepła właściwego) w zakresie od -180°C do 550°C
- jednoczesne analizy metodami różnicowej analizy termicznej i termogravimetrii (określanie temperatur przemian fazowych oraz temperatur rozkładu) w zakresie od temperatury pokojowej do 1500°C
- oznaczanie właściwości termomechanicznych (m.in. współczynnik rozszerzalności termicznej, temperatura mięknienia, moduł sprężystości) z zakresie od -100°C do 1000°C





Katalog zespołów badawczych Politechniki Warszawskiej.

Oferta B+R Wydziału Fizyki PW

Projekt graficzny i skład:

Klaudyna Nowińska, Gabriela Hołdanowicz, Marcin Karolak, dr Aleksandra Wycisk
Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW

Koordinacja:

dr Katarzyna Modrzejewska (Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii PW)

ISBN:

978-83-961825-8-6

DOI:

10.32062/20211104

Wydanie 1

Warszawa, 2021



**Centrum
Zarządzania Innowacjami
i Transferem Technologii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

ISBN: 978-83-961825-8-6



**Politechnika
Warszawska**