



# Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa, tel./fax +48 22 234 6003 (6002), www.csz.pw.edu.pl



<b>Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych SYLABUS 2022/2023</b>	
<b>Nazwa przedmiotu (jęz. polski i angielski)</b>	Współczesne Technologie Półprzewodnikowe – Wyzwania Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki (WTP)  Modern Semiconductor Technologies – Challenges of Integrated Electronics and Photonics
<b>Liczba punktów ECTS</b>	Proponowana liczba punktów: 2 ECTS

<b>Osoby prowadzące</b>	<b>Tytuł naukowy</b>	<b>Imię i nazwisko</b>	<b>Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne</b>
	dr hab. inż.	Robert Mroczyński	Wydział Elektroniki i Techniki Informatycznych, Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, PW
<b>Osoba odpowiedzialna za przedmiot</b>		j.w.	

<b>Semestr studiów</b>	<b>Letni 2023</b>
<b>Typ przedmiotu (możliwości wyboru)</b> obowiązkowy <b>O</b> fakultatywny <b>F</b>	<b>F</b>
<b>Wymagania wstępne</b>	Kurs będzie przygotowany w taki sposób, aby mogli w nim uczestniczyć studenci na różnym etapie studiów różnych specjalności. Bardziej specyficzne zagadnienia będą przedstawiane i omawiane w trakcie wykładu. W zrozumieniu treści przedstawianych w trakcie wykładów może być pomocna podstawowa wiedza z zakresu elektroniki, fotoniki, chemii lub inżynierii materiałowej.
<b>Poziom przedmiotu</b> Podstawowy <b>P</b> Średniozaawansowany <b>Ś</b> Zaawansowany <b>Z</b>	<b>Ś</b>
<b>Charakter zajęć, liczba godzin w semestrze, liczba godzin w</b>	1) W 2) W-2

<p>tygodniu.</p> <p>1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P)</p> <p>2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0</p> <p>3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0</p>	3) W-15
<b>Sugerowana liczba godzin pracy własnej</b>	35 (15 godz. praca samodzielna + 20 godz. przygotowanie projektu)
<b>Całkowita liczba godzin:</b>	50
<b>Aspekty międzynarodowe (jeśli są)</b>	n/d
<b>Język wykładowy</b>	polski
<b>Cel przedmiotu</b>	<p>Student po realizacji przedmiotu będzie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiadał średniozaawansowaną wiedzę z zakresu metod wytwarzania oraz typów nowoczesnych przyrządów elektronicznych i fotonicznych;</li> <li>• potrafił sklasyfikować podstawowe metody i techniki integracji przyrządów, układów i systemów elektronicznych i fotonicznych;</li> <li>• potrafił pracować w grupie, przyporządkowywać poszczególnym członkom zespołu rolę oraz zakres obowiązków w trakcie rozwiązywania problemów technicznych, zabierać krytyczny głos w dyskusji, przedstawiać na forum uzyskaną wiedzę oraz oceniać efekty pracy innych studentów.</li> </ul>
<b>Treść przedmiotu</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Wprowadzenie</b> (pojęcie „Integracja” w kontekście przyrządów elektronicznych i fotonicznych, rys historyczny i rozwój technologii przyrządów półprzewodnikowych dla elektroniki i fotoniki, granice i bariery rozwoju oraz prognozy, pojęcia: „skalowanie”, „More Moore”, „More than Moore” i „beyond CMOS/Si”, nowe technologie, nowe materiały, nowe architektury przyrządów, rynek przyrządów elektronicznych i fotonicznych, perspektywy rozwoju na świecie i w Polsce, warunki wytwarzania przyrządów elektronicznych i fotonicznych)</li> <li>2. <b>Podstawowe materiały i procesy technologii półprzewodnikowej</b> (materiały wykorzystywane do wytwarzania elementów oraz przyrządów elektronicznych i fotonicznych, podstawowa klasyfikacja metod wytwarzania, uwarunkowania stosowalności tych metod)</li> <li>3. <b>Układy scalone</b> (klasyczne technologie planarne oraz ich „booster’y”, ekstremalne technologie MOS/MIS – „fin-FET”, UTB-SOI, Gate-All-Around (GAA), klasyfikacja, zalety technologii, ograniczenia, porównanie do klasycznych technologii planarnych i innych stosowanych współcześnie w produkcji układów scalonych)</li> <li>4. <b>Przyrządy i układy fotoniki zintegrowanej</b> (przyrządy platformy krzemowej (Si) oraz fosforu indu (InP), podstawowe elementy pasywne i aktywne, podstawowe procesy technologiczne, metody integracji z układami elektroniki półprzewodnikowej)</li> <li>5. <b>Przyrządy MOEMS</b> – technologia hybrydowa (klasyfikacja i podział przyrządów, podstawowe bloki i elementy mikromechaniczne i elektrooptyczne, podstawowe technologie i metody obróbki powierzchniowej i objętościowej materiałów, przykłady sekwencji technologicznych,</li> </ol>	

współczesne aplikacje przyrządów)	
6. <b>Przyrządy neuromorficzne i komputery kwantowe</b>	
7. <b>Projekt</b>	
<b>Spis zalecanych lektur</b>	
<b>LP.</b>	<b>Autor, Tytuł, Wydawnictwo,</b>
1.	R. Doering, Y. Nishi, "Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology", CRC Press (2008)
2.	G.T. Reed, A.P. Knights, "Silicon Photonics: an introduction", J. Wiley & Sons Inc. (2004)
3.	J. Ruzyllo, "Guide to Semiconductor Engineering", World Scientific (2020)
4.	D. Serpanos, M. Wolf, "Internet-Of-things (IoT) Systems", Springer (2018)

<b>Metody oceny</b> (ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt)	Zaliczenie przedmiotu będzie przeprowadzone na podstawie ocen uzyskanych z projektu. Projekt będzie miał charakter grupowy. Studenci będzie podzieleni na grupy kilkuosobowe. Zadaniem studentów będzie przygotowanie krótkich referatów w formie prezentacji związanych z problemami i wyzwaniem współczesnych technologii przyrządów elektronicznych i fotonicznych. Treść prezentacji może nawiązywać do tematyki zagadnień dyplomowych lub kierunków studiów uczestników kursu. Forma realizacji i prezentacji projektu będzie dowolna.
---	---

<b>Uwagi dodatkowe</b>	Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 15 osób. Przedmiot może być zaliczony finalnie jedynie oceną.
------------------------	--

**Tabela 1. Efekty kształcenia**

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
<b>WIEDZA</b>		
WTP_W1	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie fizyki półprzewodników oraz materiałów i elementów elektronicznych i fotonicznych na poziomie średniozaawansowanym.	Projekt
WTP_W2	Orientuje się w obecnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych elektroniki i fotoniki półprzewodnikowej.	Projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
WTP_U1	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	Projekt + Wykład
WTP_U2	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki i fotoniki.	Projekt + Wykład
WTP_U3	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i fotoniki oraz ich zastosowań w życiu społeczno-gospodarczym.	Projekt + Wykład
WTP_U4	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z zakresu elektroniki,	Projekt + Wykład

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
	fotoniki i nanotechnologii.	
	<b>KOMPETENCJE</b>	
<b>WTP_K1</b>	Rozumie konieczność dalszego samokształcenia	Projekt + Wykład
<b>WTP_K2</b>	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	Projekt