

Zespół Autorski:

Prof. dr hab. inż. Jan Szmidt
Prof. dr hab. inż. Tomasz Skotnicki
Prof. dr hab. inż. Paweł Szczepański

**Kierunki Rozwoju Mikroelektroniki i Fotoniki
(Development Trends in Microelectronics and Photonics)**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowane Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): *3*

Minimalny numer semestru: *2*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *brak*

Limit liczby studentów: *50*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przedstawianie szeregu zagadnień związanych z wyzwaniami stojącymi przed współczesną elektroniką i fotoniką. Wszystkie te zagadnienia posiadają ogromny potencjał rozwojowy w perspektywie najbliższych 10-15 lat i ze względu na dynamikę tego procesu będą w kolejnych edycjach uzupełniane i zmieniane. Zapewne będzie to nieuniknione. Przedmiot ten, usytuowany w ostatnim semestrze studiów ma także na celu:

- pobudzenie wyobraźni rozwojowej słuchaczy – głównie dyplomantów drugiego stopnia,
- przygotowanie ich do wejścia w nowoczesne tematy, z którymi mogą spotkać się w przyszłości w różnych sytuacjach w trakcie swojej kariery zawodowej i rozumienie podstaw tych zagadnień,
- tych, którzy zechcą podjąć się realizacji prac doktorskich, wyposażyć w możliwość szerszego spojrzenia na problem i obszary badań naukowych z obszarów elektroniki i fotoniki, a co za tym idzie bardziej świadomy wybór tematyki badawczej w przyszłości.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Wszystkie wykłady prowadzone będą (w różnej formie, nie wyłączając seminaryjnej) przez osoby o znaczących, a nawet wybitnych, w skali międzynarodowej osiągnięciach w tematyce ich wykładów i nie tylko.

Słuchacze tego przedmiotu, w ramach pracy własnej, poza godzinami wykładów, będą mogli sprawdzić swoje możliwości przygotowywania referatów (ok. 15 min., z wybranych, nowych/oryginalnych zagadnień wg ich propozycji, uzgodnionej z prowadzącym wykład z danego obszaru) i predyspozycje do podejmowania próby rozwiązania problemów o charakterze naukowym. Do tego powinny przygotowywać studia II stopnia.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne:

Wykłady w ramach danej tematyki obejmować będą 3 lub 4-ro godzinne kwanty (patrz „opis wykładu”).

W trakcie części wykładowej lub po jej zakończeniu, słuchacze zgłaszają propozycje tematów do samodzielnego opracowania i uzgadniają ten temat z prowadzącym wykład z obszaru tej tematyki.

Zaliczenie przedmiotu następuje zależnie od liczby studentów tj.

a) w drodze złożenia pisemnego referatu – maksymalnie 3 strony A4 (czcionka 12) i prezentacji swojej pracy na seminarium z udziałem słuchaczy, którzy biorą udział wraz z prowadzącym w ocenianiu prezentacji (wariant ten ma miejsce gdy liczba słuchaczy nie przekracza 30),

b) jak w przypadku wariantu a), z tym, że praca może być do 5 stron A4 (czcionka 12) i jest oceniana tylko przez prowadzącego, ewentualnie w drodze kilkuminutowej rozmowy ze słuchaczem, bez prezentacji w trakcie seminarium (wariant ten ma miejsce gdy liczba słuchaczy przekracza 30).

W każdej części wykładu zarysowane zostaną stan i dynamika rozwoju danej tematyki oraz kierunki, bariery i granice tego rozwoju (fizyczne, technologiczne, ekonomiczne) wg bieżącego stanu wiedzy.

Wielkim wyzwaniem stojącym przed prowadzącymi będzie takie ujęcie (treść i forma) danej tematyki, aby była możliwa do percepcji i zrozumienia przez słuchaczy o różnym poziomie (choć wcięż uniwersyteckim) przygotowania.

Forma wykładów może być w pewnym stopniu zróżnicowana przechodząc od klasycznej do seminaryjno-dyskusyjnej.

Wybór tematu referatu końcowego (po akceptacji prowadzącego) zaliczającego przedmiot ma między innymi ukierunkowywać przyszłe zainteresowania słuchaczy i przyczynić się być może do bardziej świadomego wyboru przyszłej ścieżki zawodowej czy zainteresowań badawczych, a nawet tylko hobbystycznych. To także ważny aspekt w kształtowaniu sylwetki naszych absolwentów w końcowej fazie kształcenia.

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

Przykładowe tematy wykładów: (lista otwarta, mogąca ulec zmianie)

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Tytuł: Technologie krzemowe – z nanometrów w angstromy?

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Tomasz Skotnicki, dr hab. inż. Lidia Łukasiak, prof. PW

Literatura

1. Thomas Skotnicki, Frédéric Boeuf, "Optimal scaling methodologies and transistor performance", Chapter 6 Published in Book "High dielectric constant materials - VLSI MOSFET applications" Edited by Howard R. Huff and David Gilmer, Springer series Advanced Microelectronics, Vol. 16, 2004
2. Rozdział 21 Advanced MOS-Devices
J. Bokor, T.-J. King, J. Hergenrother, J. Bude, D. Muller, T. Skotnicki, S. Monfray, G. Timp, str. 667
W High dielectric constant materials for VLSI MOSFET applications, edited by H.R.Huff & D.C. Gilmer, SPRINGER, Advance Microelectronics series, vol. 16, 2004
3. Thomas Skotnicki, Claire Fenouillet-Beranger, Claire Gallon, Frederic Bœuf, Stephane Monfray, Fabrice Payet, Arnaud Pouydebasque, Melanie Szczap, Alexis Farcy, Franck Arnaud, Sylvain Clerc, Manuel Sellier, Augustin Cathignol, Jean-Pierre Schoellkopf, Ernesto Perea, Richard Ferrant, Hervé Mingam, "Innovative materials, devices, and CMOS technologies for low-power mobile multimedia", pp. 96-130, IEEE, Transaction on Electron Devices, vol. 55, January 2008.

Tytuł: Terahertze - skok w niezbadane pasmo?

Prowadzący: prof. dr hab. Wojciech Knap

Literatura:

1. Wojciech Knap, Mikhail Dyakonov, Dominique Coquillat, Frederic Teppe, Nina Dyakonova, Jerzy Łusakowski, Krzysztof Karpierz, Maciej Sakowicz, Gintaras Valusis, Dalius Seliuta, Irmantas Kasalynas, Abdelouahad El Fatimy, Y. M. Meziani & Taiichi Otsuji; "Field Effect Transistors for Terahertz Detection: Physics and First Imaging Applications", Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves volume 30, pages 1319–1337(2009) Cite this article

Tytuł: Fotoniczne układy scalone

Prowadzący: dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. PW, dr inż. Stanisław Stopiński

Literatura:

1. L. Vivien, L. Pavesi, "Handbook of Silicon Photonics", CRC Press, 2013
2. C. Pollock, M. Lipson, "Integrated Photonics", Springer, 2003

Tytuł: Nanofotonika

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Paweł Szczepański, dr inż. Anna Tyszka-Zawadzka

Literatura:

1. Arthur McGurn "Nanophotonics", Springer 2018

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

2. Zeev Zalevsky and Ibrahim Abdulhalim "Integrated Nanophotonic Devices", Wiley 2010
3. James W. M. Chong, Krzysztof Iniewski „Nanoplasmonics - Advanced Device Application”, CRS Press Francis & Taylor Group 2014
4. Sergey V. Gaponenko "Introduction to Nanophotonics" Cambridge University Press, 2010

Tytuł: Elektornika i fotonika kosmiczna

Prowadzący: dr hab. inż. Piotr Orleański, Centrum Badan Kosmicznych PAN

Literatura:

1. Klaus Wittmann and Willi Hallmann, „Handbook of Space Technology” Edited by Wilfried Ley, © 2009 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-69739-9
2. Piotr Orleański, monografia habilitacyjna "Satelitarna aparatura naukowa – projektowanie instrumentów ze szczególnym uwzględnieniem reguł dotyczących niezawodności", CBK PAN, 2019, ISBN: 978-83-89439-02-4
3. Różne dokumenty Europejskiej Agencji Kosmicznej zebrane jako zestaw standartów nazwany ECSS, European Cooperation for Space Standardization i wydawany przez ECSS Secretariat, ESA-ESTEC, Requirements & Standards Division, Noordwijk, The Netherlands, <https://ecss.nl/standards/>

Literatura będzie uzupełniona przez dodanie najbardziej aktualnych pozycji przed rozpoczęciem wykładu.

Tytuł: Obliczenia kwantowe

Prowadzący: prof. dr hab. Marek Kuś, Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

Literatura

1. M. Hirvensalo, „Algorytmy kwantowe”, WSiP 2004
2. M. Le Bellac, „Wstęp do informatyki kwantowej”, PWN 2011
3. M. Sawerwain, J. Wiśniewska, „Informatyka kwantowa”, PWN 2020
4. M. A. Nielsen, I. L. Chung, „Quantum Computation and Quantum Information”, Cambridge University Press 2010
5. J. Preskill, Quantum Computation, <http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/>

Tytuł: Współczesna energoelektronika

Prowadzący: dr hab. inż. Mariusz Sochacki, prof. dr hab. inż. Jan Szmidt

Literatura:

1. Peter Friedrichs, Tsenenobu Kimoto, Lothar Ley, Gerhard Pensl, „Silicon Carbide”, WILEY, 2011, ISBN: 9783527629084
2. Wengang Wayne Bi, Haochung Henry Kuo, Peicheng Ku, Bo Shen, „Handbook of GaN Semiconductor Materials and Devices”, CRC Press, 2018, ISBN: 9780367875312
3. Stephen Pearton, Fan Ren, Michael Mastro, Ghenadii Korotcenkov, „Gallium Oxide: Technology, Devices and Applications”, Elsevier, 2019, ISBN: 9780128145210
4. Muhammad H. Rashid, „Power Electronics Handbook”, Elsevier, 2018, ISBN: 9780128114070

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Tytuł: Elektronika organiczna

Prowadzący: dr inż. Aleksander Werbowy

Literatura:

1. Materiały z wykładu i bieżąca literatura naukowa (*Nature, Science* itp.),
2. Olle Inganäs, „Organic Photovoltaics over Three Decades”, *Adv. Mater.* 2018, **30**, 1800388
3. Hiroyuki Matsui, Yasunori Takeda, Shizuo Tokito, „Flexible and printed organic transistors: From materials to integrated circuits”, *Organic Electronics* **75** (2019) 105432

Tytuł: Sensoryka (MEMS, MOEMS) na potrzeby IoT

Prowadzący: prof. dr hab. inż. Tomasz Skotnicki, prof. dr hab. inż. Romuald Beck

1. Partha Pratim Ray, Dinesh Dash, Neeraj Kumar, Sensors for internet of medical things: State-of-the-art, security and privacy issues, challenges and future directions, *Computer Communications*, 160 (2020) 111-131; [main.pdf \(sciencedirectassets.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167636920300000)
2. Rustam Pirmagomedov, Yevgeni Koucheryavy, IoT technologies for Augmented Human: A Survey, *Internet of Things*, 2020 (in press); [IoT technologies for Augmented Human: A survey \(sciencedirectassets.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092907920300000)
3. Yang Yang, Zhiqun Daniel Deng, Stretchable sensors for environmental monitoring, *Applied Physics Reviews* 6, 011309 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5085013>
4. Huicong Liu, Junwen Zhong, Chengkuo Lee, Seung-Wuk Lee, and Liwei Lin, A comprehensive review on piezoelectronics energy harvesting technology: Materials, mechanisms and applications, *Applied Physics Reviews* 5, 041306 (2018); <https://doi.org/10.1063/1.5074184>
5. Deepti Sehrawat and Nasib Singh Gill, Smart Sensors: Analysis of Different Types of IoT Sensors, Proceedings of the Third International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI 2019) IEEE Xplore Part Number: CFP19J32-ART; ISBN: 978-1-5386-9439-8; [IEEE Xplore Full-Text PDF: \(pw.edu.pl\)](https://www.pw.edu.pl/icoei2019/)

Egzamin: *nie*

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P
	-	(30)	-	

Wymiar w jednostkach ECTS: 2

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – (35) godz., w tym
 - obecność na zajęciach 30 godz.,
 - wygłoszenie prezentacji 1 godzina
 - udział w konsultacjach min. 4 godz.

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

2. *praca własna studenta – (15) godz., w tym*
 - *przeгляд literatury (10) godz.,*
 - *przygotowanie prezentacji i sprawozdania (5) godz.,*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 35+15 godz., co odpowiada 2 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: (1,5) pkt ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: (0,5) pkt ECTS, co odpowiada (15) godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W02. Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	wykład	prezentacja	III.P7S_W G
W05. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.	wykład	prezentacja	III.P7S_W G
UMIĘJĘTNOŚCI			
U01 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	przeгляд literatury	prezentacja	I.P7S_UK
U04 Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektronik	wykład	prezentacja	I.P7S_UK
U11 Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań	wykład	prezentacja	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K02 Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w	wykład	prezentacja	I.P7S_KK I.P7S_KR

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

szczegółności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.			
---	--	--	--