

(pieczęć wydziału)

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>1. Nazwa przedmiotu: OPARTE NA MODELACH PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW CYBER-FIZYCZNYCH</b>		<b>2. Kod przedmiotu: CPS-MBD</b>		
<b>3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2018/2019</b>				
<b>4. Forma kształcenia:</b> studia trzeciego stopnia				
<b>5. Forma studiów:</b> studia stacjonarne				
<b>6. Studia:</b> CyPhiS - Interdyscyplinarne studia doktoranckie w dziedzinie systemów cyber-fizycznych				
<b>7. Profil studiów:</b> akademicki				
<b>8. Specjalność:</b>				
<b>9. Rok: 1</b>				
<b>10. Jednostka prowadząca przedmiot:</b> Instytut Elektroniki, RAU3				
<b>11. Prowadzący przedmiot:</b> dr inż. Adam Pawlak				
<b>12. Przynależność do grupy przedmiotów:</b>				
<b>13. Status przedmiotu:</b> obowiązkowy				
<b>14. Język prowadzenia zajęć:</b> polski				
<b>15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne:</b> Podstawy Techniki Cyfrowej, Projektowanie Układów Cyfrowych. Komputerowe Wspomaganie Projektowania, Systemy Wbudowane, Sieci Komputerowe, Język Programowania C++. Student powinien mieć ogólne przygotowanie z projektowania oraz modelowania systemów wbudowanych oraz ogólne zrozumienie funkcjonowania sieci, np. sieci sensorów.				
<b>16. Cel przedmiotu:</b> Celem wykładu jest wprowadzenie studentów w tematykę projektowania systemów cyber-fizycznych (CPS) oparte o transformacje modeli. Omówione zostaną zasadnicze elementy CPS, tj. ich aspekty: dyskretny ( <i>cyber</i> ), ciągły ( <i>physical</i> ), oraz sieciowy.  Systemy cyber-fizyczne znajdują innowacyjne zastosowania w najróżniejszych dziedzinach. Nowe technologie z nimi związane pozwalają na rozwiązywanie nowych problemów, stąd są one znakomitym nośnikiem dla oryginalnych badań w pracy doktorskiej. Doktorantom zostaną zaprezentowane nowoczesne i innowacyjne metody oraz narzędzia wspomagające oparte na modelach proces projektowania CPS.				
<b>17. Efekty kształcenia:<sup>1</sup></b>				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
W1	Doktorant ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie metod projektowania systemów cyber-fizycznych. Dodatkowo wykład pozwala zrozumieć relacje systemów wbudowanych oraz systemów CPS.	Dyskusja na wykładzie	wykład	RAU_CyPhis_W01
W2	Słuchacz rozumie opartą na modelach metodykę projektowania systemów CPS. Student poznaje wybrane języki projektowania i modelowania systemów CPS oraz potrafi wykorzystać środowisko projektowania CPS zaprezentowane na wykładzie.	Dyskusja na wykładzie	wykład	RAU_CyPhiS_W04

<sup>1</sup> należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

W3	Student poznaje nowe trendy w projektowaniu złożonych systemów cyber-fizycznych oraz olbrzymie spektrum ich aplikacji. Dodatkowo, student jest inspirowany przykładami nowych innowacyjnych zastosowań CPS.	Dyskusja na wykładzie	wykład	RAU_CyPhiS_W03
U1	Potrafi ocenić innowacyjny potencjał w nowych aplikacjach CPS. Rozumie relacje pomiędzy systemami CPS oraz systemami wbudowanymi.	Dyskusja na wykładzie	wykład	RAU_CyPhiS_U01 RAU_CyPhiS_U04 RAU_CyPhiS_U06
U2	Potrafi właściwie dobrać podstawowe narzędzia komputerowo wspomaganego projektowania do modelowania, symulacji i analizy systemów CPS.	Dyskusja na wykładzie	wykład	RAU_CyPhiS_U09 RAU_CyPhiS_U12

### 18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

W. 10

### 19. Treści kształcenia:

#### Wykład

- Systemy cyber-fizyczne (CPS)**, jako uogólnienie systemów wbudowanych. Sieci CPS a Internet Rzeczy (IoT). Przykłady systemów cyber-fizycznych w szerokim spektrum aplikacji: autonomiczne samochody, eHealth, inteligentne rolnictwo, monitoring wulkanów lub tam. Wspólne aspekty ww. przykładów (*cyber, physical, network*). Paradygmaty projektowania CPS (*oparte na modelach, oparte na wiedzy*). Zasadnicze oraz dodatkowe ważne technologie dla CPS.
- Multidyscyplinarny charakter projektowania CPS**. Heterogeniczne modele elementów systemu CPS. Aspekty zespołowej współpracy rozproszonej w projektowaniu CPS. Wyzwania dla transformacji oraz integracji modeli.
- Oparte na modelach metody projektowania CPS**. Modele w: wymaganiach, specyfikacji, analizie projektu, rozdziale wątków, śledzeniu wątków, formalnej weryfikacji, symulacji oraz syntezie. Metodologie MBE (Model-Based Engineering): styl zwinny (*agile*) dla sieciowych systemów wbudowanych, Rational Unified Proces, Model-V, Hardware-Software Co-design dla SoC. Przykłady środowisk projektowania CPS: Stateflow/Simulink; Modelica; UML, SysML, MARTE.
- Aspekty modelowania CPS**. Modelowanie CPSs wykorzystujących chmurę (*cloud-based CPSs, CloudML*). Repozytoria modeli. Wirtualizacja CPS. Symulowanie CPS. Standard FMI.
- Multidyscyplina rozproszone modelowanie CPS** (środowisko INTO-CPS). Wymagania, projektowanie, realizacje sprzętowe i programowe. Rozszerzenie języka SysML dla CPS. Środowisko INTO-CPS: *Modelio* (UML, SysML, FMI interface), *Overture* (modelowania i analiza systemów dyskretnych (VDM-RT), *20-sim* (modele CT – Continuous Time), *OpenModelica* (język obiektowy dla modelowania systemów heterogenicznych). Przykłady projektów w środowisku INTO-CPS.

Po każdym z wykładów wskażemy na zagadnienia, problemy i wyzwania inspirujące potencjalne nowe badania w ramach prac doktorskich.

### 20. Egzamin: nie

**21. Literatura podstawowa:**

1. Proceedings of the IEEE, Special Issue on Cyber-Physical Systems, Vol. 100, No. 1, January 2012.
2. M. Broy, "Engineering Cyber-Physical Systems: Challenges and Foundations," in Complex Systems Design & Management, M. Aiguier, et al. Eds, Springer Berlin Heidelberg, 2013.
3. National Science Foundation, *Cyber-physical systems*,  
[http://www.nsf.gov/publications/pub\\_summ.jsp?ods\\_key=nsf08611](http://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsf08611)
4. Eva Geisberger, Manfred Broy (Eds), *Living in a networked world, Integrated research agenda Cyber-Physical Systems*, (agendaCPS), acatech study, March 2015.
5. *Cyber-Physical Systems, Driving force for innovations in mobility, health, energy and production*, Editors: acatech (Ed.), Springer-Verlag, Berlin, 2011.
6. Patricia Derler, Edward A. Lee, Alberto L. Sangiovanni-Vincentelli. *Addressing modeling challenges in cyber-physical systems*. Technical Report UCB/EECS-2011-17, EECS Department, University of California, Berkeley, Mar 2011.
7. Claus Ballegaard Nielsen, Peter Gorm Larsen, John Fitzgerald, Jim Woodcock, and Jan Peleska. *Model-based engineering of systems of systems*. ACM Computing Surveys, 48(2), September 2015.
8. INTO-CPS EU project, Integrated Tool Chain for Model-based Design of CPS, materiały projektu INTO-CPS.
9. Softeam, *Systems Engineering using Modelio*, Case Study, Paris.

**22. Literatura uzupełniająca:**

1. Rajeev Alur, *Principals of Cyber-Physical Systems*, MIT Press.
2. Peter Larsen, John Fitzgerald, Jim Woodcock, Thiery Lecomte, *Collaborative Modelling and Simulation for Cyber-Physical Systems*, Trustworthy Cyber-Physical Systems Engineering, A. Romanovsky, F. Ishikawa Eds, Chapman and Hall/CRC, New York, 2016.
3. Lee I., Sokolsky O., *Medical Cyber Physical Systems*, Proc of the 47th Design Automation Conference , pp. 743-748 Anaheim, 2010,USA.
4. Sanford Friedenthal, Alan Moore and Rick Steiner, *A Practical Guide to SysML*, (Third Edition), *The Systems Modeling Language*, MK/OMG Press.
5. Stanisław Wrycza, Bartosz Marcinkowski, *Język inżynierii systemów SysML*, Architektura i zastosowania. Profile UML 2.x w praktyce.

**23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia**

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	10/16
2	Ćwiczenia	/
3	Laboratorium	/
4	Projekt	/
5	Seminarium	/
6	Inne	/
	Suma godzin	10/16

**24. Suma wszystkich godzin: 26****25. Liczba punktów ECTS: 1****26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 1****27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 0****26. Uwagi:**

Zatwierdzono:

.....  
(data i podpis kierownika studiów doktoranckich)