



# Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej

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



## Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych CAS University Educational Offer

**SYLABUS 2021/2022**

<b>Nazwa przedmiotu (jęz. polski i angielski) Subject (in Polish and English )</b>	Przypadkowość, chaos, przewidywalność (PCP) Randomness, chaos, predictability
<b>Liczba punktów ECTS Number of ECTS points</b>	Proponowana liczba punktów: 3 ECTS Proposed number of points: 3 ECTS

<b>Osoby prowadzące Lecturer</b>	<b>Tytuł naukowy Title</b>	<b>Imię i nazwisko Name and surname</b>	<b>Katedra / Instytut/ Centrum/ Inne Chair / Institute/ Center/ Other</b>
	prof. dr hab.	Marek Kuś	Międzynarodowe Centrum Ontologii Formalnej, WAI NS PW oraz Centrum Fizyki Teoretycznej PAN International Center for Formal Ontology, WUT and Center for Theoretical Physics, Polish Academy of Sciences
<b>Osoba odpowiedzialna za przedmiot Person responsible</b>	prof. dr hab.	Marek Kuś	Międzynarodowe Centrum Ontologii Formalnej, WAI NS PW oraz Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

<b>Semestr studiów Semester</b>	<b>Zimowy 2021</b> Autumn 2021
<b>Typ przedmiotu (możliwości wyboru) obowiązkowy O fakultatywny F Type of the subject</b>	F

<b>(to be chosen)</b> obligatory <b>O</b> facultative <b>F</b>	
<b>Wymagania wstępne</b> <b>Prerequisites</b>	<p>Podstawy matematyki i fizyki w zakresie studiów na uniwersytetach technicznych.</p> <p>Matematyka: algebra liniowa, rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe.</p> <p>Fizyka: mechanika, elektrodynamika, optyka, podstawy fizyki kwantowej</p> <p>Fundamentals of mathematics and physics as studied in technical universities.</p> <p>Mathematics: linear algebra, differential and integral calculus, differential equations.</p> <p>Physics: mechanics, electrodynamics, optics, fundamentals of quantum physics</p>
<b>Poziom przedmiotu</b> Podstawowy <b>P</b> Średniozaawansowany <b>Ś</b> Zaawansowany <b>Z</b> <b>Level</b> Basic <b>P</b> Intermediate <b>Ś</b> Advanced <b>Z</b>	Z
<b>Charakter zajęć</b> , liczba godzin w semestrze, liczba godzin w tygodniu. 1) podać rodzaj prowadzonych zajęć dla danego przedmiotu: wykłady (W); ćwiczenia (Ć); laboratorium (L); projekt (P) 2) podać liczbę godzin w tygodniu np. W - 2; Ć - 2; L - 3; P - 0 3) podać liczbę godzin w semestrze np. W - 30; Ć - 30; L - 45; P - 0	<i>W – 2 godz. w tygodniu, łącznie: 30 godzin</i>
<b>Nature of activities</b>	W – 2 hours per week, 30 hours per semester
<b>Sugerowana liczba godzin pracy własnej</b> <b>Suggested number of hours of own work</b>	45 godzin obejmuje : 30 godzin przygotowywanie się słuchacza do wykładów, 15 – przygotowywanie się słuchacza do egzaminu. <i>45 hours : 30 hours to prepare for lectures, 15 hours for students to prepare for an exam (project) .</i>
<b>Całkowita liczba godzin:</b> <b>Total number of hours:</b>	75 godzin/75 hours
<b>Aspekty międzynarodowe</b> (jeśli są) <b>International aspects</b>	

(if any)	
<b>Język wykładowy</b> <b>Language of instruction</b>	Angielski/ English
<b>Cel przedmiotu</b> <b>Course objective</b>	Nabywanie umiejętności analizowania procesów w naturze i technice w terminach układów złożonych oraz znajomości i kompetencji w zakresie analitycznego i numerycznego modelowania takich procesów w konkretnych zastosowaniach technicznych Acquisition of the ability to analyze processes in nature and technology in terms of complex systems and the knowledge and competence in analytical and numerical modeling of such processes in specific technical applications.
<p><b>Treść przedmiotu</b></p> <p>Treścią wykładu będzie zapoznanie słuchacza z podstawowymi zagadnieniami modelowania i analizy układów złożonych w nauce i technice. Kolejne wykłady poświęcone będą zagadnieniom przypadkowości i metodom opisu układów złożonych. Zasadniczymi zagadnieniami będą pokazanie źródeł i konsekwencji przypadkowości w układach złożonych oraz problemów przewidywalności w takich układach. Treść poszczególnych wykładów zawiera poniższa lista.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przypadkowość w fizyce</li> <li>2. Układy złożone, metody opisu i badania</li> <li>3. Układy dynamiczne</li> <li>4. Chaos deterministyczny</li> <li>5. Szum i procesy stochastyczne</li> <li>6. Dynamika sieci</li> <li>7. Metody geometryczne</li> <li>8. Mechanika kwantowa</li> <li>9. Przypadkowość w mechanice kwantowej</li> <li>10. Złożone układy kwantowe</li> <li>11. Szum kwantowy, metody opisu i analizy</li> <li>12. Przewidywalność</li> <li>13. Zastosowania metod badania stosowanych w fizyce do układów złożonych w innych obszarach nauki (nauki biologiczne nauki społeczne)</li> <li>14. Problemy redukcji i emergencji w układach złożonych</li> <li>15. Konsekwencje indeterminizmu klasycznego i kwantowego</li> </ol> <p><b>Course contents</b></p> <p>The content of the lecture will aim to acquaint the student with the basic issues of modelling and analysis of complex systems in science and technology. Subsequent lectures will be devoted to the issues of randomness and methods of description of complex systems. The main issues will be to show the sources and consequences of randomness in complex systems and problems of predictability in such systems. The lectures are given in the following list.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Randomness in physics</li> <li>2. Complex systems, methods of description and studying them</li> <li>3. Dynamical systems</li> <li>4. Deterministic chaos</li> <li>5. Noise and stochastic processes</li> <li>6. Network dynamics</li> <li>7. Geometric methods</li> <li>8. Quantum mechanics</li> <li>9. Randomness in quantum mechanics</li> <li>10. Complex quantum systems</li> <li>11. Quantum noise, description and methods of analysis.</li> <li>12. Predictability</li> <li>13. Applications of research methods used in physics to complex systems in other areas of science (social sciences, biology)</li> <li>14. Problems of reduction and emergence in complex systems</li> </ol>	

15.	Consequences for classical and quantum indeterminism
<b>Spis zalecanych lektur/Books to study</b>	
<b>LP.</b>	<b>Autor, Tytuł, Wydawnictwo,</b>
1.	E. Ott, <i>Chaos w układach dynamicznych</i> , PWN
2.	A. Nowak, W. Borkowski, K. Winkowska-Nowak, <i>Układy złożone w naukach społecznych</i> , PWN
3.	F. Haake, S. Gnutzmann. M. Kuś, <i>Quantum Signatures of Chaos</i> , Springer
4.	

<b>Metody oceny</b> ( ocena, egz. pisemny, egz. ustny, projekt) <b>Evaluation methods</b>	Projekt  project
---	------------------------

<b>Uwagi dodatkowe</b>  <b>Additional remarks</b>	Zajęcia odbędą się, jeżeli zapisze się co najmniej 20 osób. Przedmiot może być zaliczony finalnie jedynie oceną.  Classes will be held if there are at least 20 students enrolled. The course can only be passed with a final grade.
---	--

**Tabela 1. Efekty kształcenia**

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
<b>WIEDZA</b>		
PCP_W1	Ma uporządkowaną wiedzę z zakresu układów złożonych ich typów i własności	Projekt
PCP_W2	Potrafi wskazać źródła przypadkowości w różnych typach układów złożonych	Projekt
PCP_W3	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie analizy przewidywalności w układach złożonych	Projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
PCP_U1	Potrafi klasyfikować układy złożone	Projekt
PCP_U2	Potrafi stosować podstawowe metody modelowania układów złożonych za pomocą równań różniczkowych, odwzorowań i metod geometrycznych.	Projekt
PCP_U3	Potrafi stosować podstawowe metody modelowania układów złożonych w konkretnych problemach technicznych	Projekt
PCP_U4	Potrafi stosować podstawowe miary złożoności w układach równań różniczkowych i odwzorowań	Projekt
<b>KOMPETENCJE</b>		
PCP_K1	Rozumie znaczenie układów złożonych w nauce i technice	Obserwacja na zajęciach, projekt

Numer (symbol)	Efekty kształcenia słuchacza, który zaliczył przedmiot, potrafi	Sposób weryfikacji osiągnięcia efektu
PCP_K2	Rozumie interdyscyplinarny charakter układów złożonych.	Obserwacja na zajęciach.

Number (symbol)	Learning outcomes of a student who passed the course	Means of verifying the achievement of the result
<b>KNOWLEDGE</b>		
PCP_W1	Has a structured knowledge of complex systems their types and properties	Project
PCP_W2	Is able to identify sources of randomness in different types of complex systems	Project
PCP_W3	Has a structured knowledge of predictability analysis in complex systems	Project
<b>SKILLS</b>		
PCP_U1	Is able to classify complex systems	Project
PCP_U2	Is able to apply basic methods of modeling complex systems using differential equations, mappings, and geometric methods...	Project
PCP_U3	Is able to apply basic methods of modeling complex systems to specific technical problems.	Project
PCP_U4	Is able to apply basic complexity measures to systems of differential equations and mappings.	Project
<b>COMPETENCES</b>		
PCP_K1	Understands the importance of complex systems in science and technology	Interaction during the lectures, project
PCP_K2	Understands the interdisciplinary nature of complex systems.	Interaction during the lectures