



WYDZIAŁ MATEMATYKI I NAUK INFORMACYJNYCH  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

# KATALOG PRZEDMIOTÓW OBIERALNYCH

STUDIA STACJONARNE

PIERWSZEGO I DRUGIEGO STOPNIA

NA KIERUNKU

INŻYNIERIA I ANALIZA DANYCH

Rok akademicki 2019/2020



## Spis treści

I. Tabela przedmiotów obieralnych.....	4
II. Karty przedmiotów obieralnych.....	6
1. ANALIZA WARIANCYJNA I JEJ ZASTOSOWANIA .....	6
2. WYJAŚNIALNE UCZENIE MASZYNOWE.....	9
3. PODSTAWY MATEMATYKI STOSOWANEJ, CZYLI WSTĘP DO RÓWNAŃ RÓŻNICZKOWYCH .....	12
4. ANALIZA SYGNAŁÓW I SYSTEMÓW W PRAKTYCE.....	16
5. WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII GRAFÓW .....	21
6. ZARZĄDZANIE DANYMI W PRZEDSIĘBIORSTWIE.....	24
7. PROGRAMOWANIE W R DLA ZAAWANSOWANYCH .....	29
8. TEORIA GIER.....	32
9. STATYSTYCZNE SILVA RERUM .....	35
10. WYBRANE ALGORYTMY I SYSTEMY ANALIZY DANYCH .....	38
11. NARZĘDZIA SAS.....	45
12. WSTĘP DO MATEMATYKI FINANSOWEJ .....	49
13. PRZETWARZANIE DANYCH W SYSTEMIE SAS .....	52
15. MATEMATYKA DYSKRETNA 3 .....	55
16. WSTĘP DO BIOINFORMATYKI .....	60
17. WNIOSKOWANIE ROZMYTE .....	63
18. ZBIORY ROZMYTE .....	68
19. LOGIKA.....	71
20. ELEMENTY TEORII OBLICZALNOŚCI I MATEMATYKI .....	74

### I. Tabela przedmiotów obieralnych

Nazwisko i imię prowadzącego przedmiot	Nazwa przedmiotu	liczba grup	ECTS	wymiar godzin				forma zaliczenia	studia oraz semestr
				wykład	ćwiczenia	laboratoria	projekt		
Błaszczuk Łukasz, dr inż.	Podstawy matematyki stosowanej, czyli wstęp do równań różniczkowych / Basics of applied mathematics, or introduction to differential equations	1 lab	5	15	0	45	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 5, II st - sem 1, 3
Burdukiewicz Michał, dr	Programowanie w R dla zaawansowanych / Advanced Programming in R	2 lab	4	15	0	30	15	zaliczenie na ocenę	letni - 4 (IAD, I stopień); 2, 4 (IAD II stopień 4-sem); 1, 3 (IAD, II stopień 3-sem)
Grzenda Maciej dr hab. prof. uczelni	Wybrane algorytmy i systemy analizy danych / Data Analytics: Key Methods and Systems	3 lab	4	15	0	30	0	zaliczenie na ocenę	
Kołodziejek Bartosz, dr	Wstęp do matematyki finansowej / Introduction to Financial Mathematics	1 ćw	4	30	15	15	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6
Plewczyński Dariusz, dr hab. prof. uczelni	Wstęp do bioinformatyki / Introduction to Bioinformatics	2 lab	4	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6, II st - letni

### Przedmioty obieralne z innych kierunków na rok akademicki 2019/2020

Nazwisko i imię prowadzącego przedmiot	Nazwa przedmiotu	liczba grup	ECTS	wymiar godzin				forma zaliczenia	studia oraz semestr
				wykład	ćwiczenia	laboratoria	projekt		
Balicki Jerzy, dr hab. prof. uczelni	Budowa i organizacja sieci komputerowych / Structure and Organization of Computer Networks	2 lab	4	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem. 4
Bednarczuk Ewa, dr hab. prof. ucz. Syga Monika, dr	Analiza wariacyjna i jej zastosowania / <a href="#">Variational Analysis and Applications</a>	2 lab	4	30	20	10	0	egzamin	I st - sem 4, 6, II st - sem 2, 4
Bieчек Przemysław, dr hab. inż. prof. ucz.	Wyjaśnialne uczenie maszynowe / <a href="#">Explainable Machine Learning</a>	1 lab	4	15	0	15	30	egzamin	II st - sem 2, 4
Błaszczuk Łukasz, dr inż. Snopek Kajetana, dr hab. prof. ucz.	Analiza sygnałów i systemów w praktyce / <a href="#">Signal and System Analysis in Practice</a>	2 lab	5	15	15	30	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6, II st - sem 2, 4
Brengos Tomasz, dr Karwowski Jan, mgr inż.	Programowanie funkcyjne w języku Haskell / Functional programming in Haskell	2 lab	4	15	0	15	15	zaliczenie na ocenę	I st - sem. 6
Bryś Krzysztof, dr inż.	Wybrane zagadnienia teorii grafów / <a href="#">Selected Topics in Graph Theory</a>	1 ćw	3	30	15	0	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 4, 6, II st - sem 2, 4
Brzozowy Mirosław, dr (Wydział Fizyki)	Zarządzanie danymi w przedsiębiorstwie / Enterprise Data Management	2 lab	4	15	0	30	0	zaliczenie na ocenę	II st - sem 1-3 (zimowy)
Ganzha Maria, dr hab. prof. uczelni	Semantyczne przetwarzanie danych / Semantic Data Processing	bez ogr	4	30	0	15	15	zaliczenie na ocenę	I st - sem 7, II st - sem 1-3 (zimowy)
Górak Rafał, dr	Teoria gier/ <a href="#">Game Theory</a>	1 ćw	4	30	30	0	0	egzamin	I st - sem 5, II st - sem 1, 3

Nazwisko i imię prowadzącego przedmiot	Nazwa przedmiotu	liczba grup	ECTS	wymiar godzin				forma zaliczenia	studia oraz semestr
				wykład	ćwiczenia	laboratoria	projekt		
Grzegorzewski Przemysław, prof. dr hab.	Statystyczne silva rerum	1 ćw	4	30	30	0	0	egzamin	I st - sem 6
Jabłoński Bartosz, dr	Przetwarzanie danych w systemie SAS / Data Management in the SAS System	2 lab	4	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6
Jabłoński Bartosz, dr	Narzędzia SAS / SAS Tools	2 lab	5 (było za 4)	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	II st - sem 2, 4
Jasionowska Magdalena, dr inż. Ostrek Grzegorz, dr inż.	Systemy informatyki obrazów / Systems of Image Informatics	bez ogr	4	30	0	0	30	zaliczenie na ocenę	II st - 1-4 (letni)
Matysiak Wojciech, dr hab. prof. uczelni	Przetwarzanie danych w Systemie SAS / Data Management and Analysis in the SAS System		4	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	I st – sem 6
Narowski Paweł, dr	Matematyka dyskretna 3 / Discrete Mathematics 3	4 ćw	4	30	30	0	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 4, 6, II st - sem 2, 4
Okulewicz Michał, dr inż.	Metody losowe optymalizacji globalnej / Sampling Global Optimization Methods	1 lab	4	15	0	45	0	zaliczenie na ocenę	II st - sem 1-3 (letni)
Okulewicz Michał, dr inż.	Od HTMLa do PostGISa / From HTML to PostGIS	2 lab	4	30	0	15	15	zaliczenie na ocenę	I st - sem 5
Przelaskowski Artur, prof. dr hab.	Analiza danych multimedialnych / Analysis of Multimedia Data	bez ogr	4	30	0	0	30	zaliczenie na ocenę	I st - sem 7, II st - sem 1-3 (zimowy)
Przelaskowski Artur, prof. dr hab.	Podstawy przetwarzania obrazów / Fundamentals of Image Processing	bez ogr	4	30	0	0	30	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6
Radzikowska Anna, dr inż.	Wnioskowanie rozmyte / Fuzzy reasoning	2 ćw	4	15	15	0	30	zaliczenie na ocenę	I st - sem 4, 6, II st - sem 2, 4
Radzikowska Anna, dr inż.	Zbiory rozmyte / Fuzzy Sets	2 ćw	4	15	15	0	30	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6, II st - sem 2, 4
Rzązewski Paweł, dr inż.	Grafy i sieci: projekt / Graphs and Networks: Project	2 lab	4	0	0	0	30	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6, II st - sem 1-3 (letni)
Sobczyk Jarosław, mgr inż.	Sieci komputerowe / Computer Networks	4 lab	4	30	0	15	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 4
Stronkowski Michał, dr	Logika/ Logic	1 ćw	4	30	30	0	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6, II st - sem 2, 4
Walędzik Karol, dr	Architektura aplikacji chmurowych / Architecting for the Cloud	2 lab	4	30	0	30	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 6
Wróblewska Anna, dr inż.	Eksploracja danych tekstowych z uczeniem głębokim / Text Mining and Deep Learning	bez ogr	4	30	0	0	30	zaliczenie na ocenę	II st - sem 1-3 (letni)
Zamojska-Dzienio Anna, dr hab.	Elementy teorii obliczalności i metamatematyki / Elements of Computability Theory and Metamathematics	2 ćw	4	30	30	0	0	zaliczenie na ocenę	I st - sem 5, II st - sem 1, 3

## II. Karty przedmiotów obieralnych

Opis przedmiotu / <i>Course description</i>	
<b>1. ANALIZA WARIANCYJNA I JEJ ZASTOSOWANIA</b>	
Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Analiza wariacyjna i jej zastosowania
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Variational Analysis and Applications
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego /drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	IAD / Informatyka i Systemy Informacyjne / Informatyka <i>Data Science / Computer Science and Information Systems / Computer Science</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	Dr. hab. Ewa Bednarczuk, Dr Monika Syga
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr. hab. Ewa Bednarczuk, Dr Monika Syga, Mgr. Krzysztof Rutkowski
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Advanced / intermediate / basic</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	polski /angielski w zależności od życzenia uczestników <i>Polish / English</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	4, 6 (I stopień), 2, 4 (II stopień)
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	4
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester / winter semester</i>

Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Analiza matematyczna, Analiza w przestrzeniach Hilberta, podstawy Analizy funkcjonalnej, Algebra liniowa	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: bez ograniczeń <i>Number of groups: no limits</i>	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych narzędzi analizy wariacyjnej związanych z minimalizacją funkcjonałów w przestrzeniach Banacha. W szczególności, omówiony zostanie problem minimalizacji funkcjonałów wypukłych w przestrzeniach Hilberta oraz minimalizacja funkcjonałów związanych z przetwarzaniem obrazu.	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30 godzin
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	20 godzin
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	10 godzin
	Projekt / <i>Project classes</i>	0 godzin
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<p>Wykład:</p> <p>I. Zasady wariacyjne, warunki optymalności</p> <p>II. Techniki wariacyjne w analizie wypukłej</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funkcje wypukłe – półciągłość, ciągłość</li> <li>2. Subróżniczkowalność, różniczkowalność – Twierdzenie Mazura, twierdzenie Bronsted'a-Rockafellar'a</li> <li>3. Funkcje sprzężone</li> </ol> <p>III. Optymalizacja wypukła</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Warunki optymalności</li> <li>2. Dualność</li> </ol> <p>IV. Schematy iteracyjne optymalizacji wypukłej</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Douglas-Rachford algorithms</li> <li>2. Projection algorithms</li> </ol> <p>Ćwiczenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zastosowanie zasad wariacyjnych i formułowanie warunków optymalności</li> <li>2. Wyznaczanie subgradientów i funkcji sprzężonych do funkcji wypukłych oraz badanie warunków ich istnienia</li> <li>3. Formułowanie warunków optymalności dla wypukłych problemów optymalizacji, rozwiązywanie wypukłych problemów optymalizacji, formułowanie i rozwiązywanie problemów dualnych</li> </ol> <p>Laboratorium:</p> <p>Zastosowanie schematów iteracyjnych do przetwarzania konkretnych obrazów w Matlab</p>	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład: wykład informacyjny Ćwiczenia: metoda problemowa Laboratorium: warsztaty z użyciem komputera	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	<p>Student może zdobyć maksymalnie 100 pkt, w tym</p> <p>40 pkt – kolokwium zaliczeniowe na ćwiczeniach i projekt zaliczeniowy na laboratorium,</p> <p>60 pkt – egzamin pisemny,</p> <p>Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie co najmniej 50 pkt na 100 pkt.</p>	
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.	

<i>Learning outcomes verification methods</i>	<i>Table 1.</i>
Egzamin <i>Examination</i>	Tak
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	1. J.F. Bonnans, A. Shapiro, Perturbation Analysis of Optimization Problems 2. C.Zalinescu, Convex Analysis in General Vector Spaces 3. J.Borwein , A. Lewis, Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples 4. H.Bauschke, P.Combettes, Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces 5. Matlab
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	1. godziny kontaktowe – 68 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 20 h c) obecność na laboratoriach – 10 h d) konsultacje – 5 h e) obecność na egzaminie – 3 h 2. praca własna studenta – 60 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 15 h b) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwiów – 15 h c) rozwiązanie zadań domowych – 10 h d) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 5 h e) przygotowanie do egzaminu – 15 h Razem 128 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 20 h 3. obecność na laboratoriach – 10 h a. konsultacje – 5 h 5. obecność na egzaminie – 3 h Razem 68 h, co odpowiada 3pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:	1. obecność na laboratoriach – 10 h 2. rozwiązanie zadań domowych – 10 h 3. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 5 h Razem 25 h, co odpowiada 1 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	Najpierw 20 godzin ćwiczeń przy tablicy (po 2 godziny przez pierwsze 10 tygodni), po nich 10 godzin laboratorium (po 2 godziny ostatnie 5 tygodni semestru)

**TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i> <i>/ Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of Computer Science and Information</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
-------------------------------	---	--	--



<i>Systems / Mathematics / Data Science</i>			
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Ma wiedzę w zakresie podstawowych technik analizy wariacyjnej minimalizacji funkcjonałów w przestrzeniach Banacha oraz minimalizacji funkcjonałów wypukłych w przestrzeniach Hilberta	P7S_WG	M2_W01
W02	Ma wiedzę w zakresie problemów dualnych optymalizacji wypukłej oraz schematów iteracyjnych prymalnych i prymalno-dualnych rozwiązywania zadań optymalizacji wypukłej	P7S_WG	M2_W02
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Potrafi stosować zasady wariacyjne i warunki optymalności dla minimalizacji funkcjonałów w przestrzeniach Banacha	P7S_UW	M2MINI_U02
U02	Potrafi formułować i analizować warunki optymalności i problemy dualne optymalizacji wypukłej z ograniczeniami	P7S_UU	
U03	Potrafi wykorzystywać pakiety numeryczne i funkcje biblioteczne do formułowania pseudokodów związanych ze schematami obliczeniowymi optymalizacji w przetwarzaniu obrazów	P7S_UK	PD_U01
U04	Potrafi wyznaczać subgradienty i funkcje sprzężone oraz badać warunki ich istnienia	P7S_UU	P7S_UW
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Rozumie praktyczne aspekty i znaczenie optymalizacji wypukłej w przetwarzaniu obrazów	P7S_KK	M2_K01

2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się  
*Types of classes and learning outcomes verification methods*

Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>
W01, W02	Wykład	Egzamin
U01, U02, U04	Ćwiczenia	Kolokwium
U03, K01	Laboratorium	Projekt

Opis przedmiotu	
<b>2. WYJAŚNIALNE UCZENIE MASZYNOWE</b>	
Kod przedmiotu (USOS)	1120-IN000-MSP-0501
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wyjaśnialne uczenie maszynowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Explainable machine learning
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>	
Poziom kształcenia	Studia drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne
Kierunek studiów (dedykowany)	Inżynieria i Analiza Danych
Inne kierunki studiów	Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych

Koordynator przedmiotu	Dr hab. inż. Przemysław Biecek, prof. uczelni Zakład CADMED, P.Biecek@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia	Dr hab. Przemysław Biecek, prof. uczelni, Alicja Gosiewska	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów	Obieralne	
Status przedmiotu	Obieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semestr nominalny	2 (II stopień)	
Minimalny numer semestru	1 (II stopień)	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Uczenie maszynowe / Machine learning	
Limit liczby studentów	Liczba grup: 1 Laboratoria – 15 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Poznanie celów, metod oraz technik wyjaśniania złożonych modeli uczenia maszynowego, modelu czarnej skrzynki. Modele predykcyjne są coraz bardziej złożone, komitety drzew, głębokie sieci neuronowe to modele o tysiącach parametrów. Dla modeli o takiej wymiarowości łatwo stracić kontrolę nad tym czego model się wyuczył. Podczas tego przedmiotu omówimy narzędzia do analizy struktury modelu traktowanego jako czarna skrzynka, oraz do analizy predykcji z tego modelu. Pozwoli to na zwiększenie zaufania do modelu, poprawę skuteczności modelu, oraz możliwość wyciągnięcia użytecznej wiedzy z modelu.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	15
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	15
	Projekt	30
Treści kształcenia	<p>Wykład:</p> <p>Zrozumienie modelu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- miary identyfikacji ważnych zmiennych (oparte o permutacje, oparte o funkcje straty),</li> <li>- miary badania jakości modelu (dla modelu regresji i klasyfikacji),</li> <li>- miary badania brzegowej odpowiedzi modelu (częściowa odpowiedź modelu, warunkowa odpowiedź modelu, indywidualne odpowiedzi modelu).</li> </ul> <p>Zrozumienie predykcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lokalne przybliżenia modelem białej skrzynki LIME,</li> <li>- atrybucja ważności cech oparta o breakDown i metodę shapleya.</li> </ul> <p>Laboratorium:</p> <p>Przeprowadzenie analizy predykcyjnej dla określonego zjawiska. Zastosowanie metod wyjaśniania dla danego zjawiska.</p> <p>Projekt:</p> <p>Implementacja nowej biblioteki lub walidacja działania wybranego algorytmu zrozumienia modeli czarnej skrzynki.</p>	
Metody dydaktyczne	<p>Wykład:</p> <p>Wykład problemowy, dyskusja, studium przypadku</p> <p>Laboratorium, projekt:</p> <p>Samodzielne rozwiązywanie zadań w laboratorium, warsztaty z użyciem komputera, burza mózgów</p>	

Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	Ocena końcowa będzie składała się z trzech części: - 50% realizacja projektu - 25% prace domowe z laboratoriów - 25% weryfikacja wiedzy z wykładu (egzamin). Łącznie do uzyskania będzie 100 punktów. Ocena końcowa będzie wyznaczana na podstawie sumy punktów.
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.
Egzamin	Tak
Literatura i oprogramowanie	1. P. Biecek, Examples and documentation for Descriptive mMachine Learning Explanations, 2018. <a href="https://pbiecek.github.io/DALEX_docs">https://pbiecek.github.io/DALEX_docs</a> 2. M.T. Ribeiro, S. Sameer, C. Guestrin. "Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier, Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 1135–1144, ACM Press, 2016, <a href="https://doi.org/10.1145/2939672.2939778">https://doi.org/10.1145/2939672.2939778</a> . 3. A. Fisher, C. Rudin, F. Dominici, Model Class Reliance: Variable Importance Measures for Any Machine Learning Model Class, from the 'Rashomon' Perspective, Journal of Computational and Graphical Statistics, 2018, <a href="http://arxiv.org/abs/1801.01489">http://arxiv.org/abs/1801.01489</a> .
Witryna www przedmiotu	
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	1. godziny kontaktowe – 62 h; w tym a) obecność na wykładach – 15 h b) obecność na laboratoriach – 15 h c) obecność na zajęciach projektowych – 30 h d) obecność na egzaminie – 2 h 2. praca własna studenta – 58 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 8 h b) rozwiązywanie zadań domowych – 10 h c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h d) przygotowanie do zajęć projektowych – 10 h e) przygotowanie do egzaminu – 10 h Razem 120 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1. obecność na wykładach – 15 h 2. obecność na laboratoriach – 15 h 3. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 4. obecność na egzaminie – 2 h Razem 62 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1. obecność na laboratoriach – 15 h 2. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 3. rozwiązywanie zadań domowych – 10 h 4. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h 5. przygotowanie do zajęć projektowych – 10 h Razem 75 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego	Odniesienie do efektów uczenia się dla
-------------------------------	--	--	--

		stopnia PRK	kierunków
<b>WIEDZA</b>			
W01	Zna podstawowe metody wstępnej obróbki danych, w tym metod redukcji wymiaru danych i ekstrakcji cech	I.P7S_WG	SI_W11, SI_W09
W02	Zna podstawowe metody inteligencji obliczeniowej oraz ich wykorzystanie w analizie danych biznesowych	I.P7S_WG	SI_W10
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			
U01	Zna podstawowe metody badania struktury metod inteligencji obliczeniowej oraz ich wykorzystanie w analizie danych biznesowych	I.P7S_UW	SI_U17
U02	Umie zbudować klasyfikator oraz ocenić istotność poszczególnych zmiennych na końcowy wynik	I.P7S_UW	SI_U15
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	Umie współpracować w grupie projektowej przyjmując w niej różne role	I.P7S_UO, I.P7S_KR	SI_U02, SI_K04
<b>2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się</b>			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	
W01, W02, U01, U02	wykład, laboratoria, zajęcia projekt	egzamin, ocena prac domowych i projektu	
K01	projekt	ocena projektu	

<b>Opis przedmiotu / Course description</b>	
<b>3. PODSTAWY MATEMATYKI STOSOWANEJ, CZYLI WSTĘP DO RÓWNAŃ RÓŻNICZKOWYCH</b>	
Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Podstawy matematyki stosowanej, czyli wstęp do równań różniczkowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Basics of applied mathematics, or introduction to differential equations
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / The location of the course in the system of studies</b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Inżynieria i Analiza Danych <i>Data Science</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	-
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu	1) dr inż. Łukasz Błaszczyk ( <i>Zakład Projektowania Systemów CAD/CAM</i> )

<i>Course coordinat</i>	<i>i Komputerowego Wspomagania Medycyny</i> tel.: +48 880 443 398, e-mail: L.Blaszczyk@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	1) dr inż. Łukasz Błaszczuk (wykład, ćwiczenia i laboratorium)	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>		
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe <i>Field-related</i>	
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Intermediate</i>	
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>	
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>	
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>	
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	4 i 6	
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	4	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester</i>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	<b>Analiza matematyczna I-II oraz Metody numeryczne</b>	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 1 grupa laboratoryjna Ćwiczenia – 24 osoby / grupa Laboratoria – 24 osoby / grupa <i>Number of groups: 1 laboratory groups</i> <i>Tutorial – 24 person per group</i> <i>Laboratory – 24 person per group</i>	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Zapoznanie z podstawami równań różniczkowych zwyczajnych, przekształceń całkowych oraz związanych z nimi metod numerycznych, a także pokazanie ich zastosowań w różnych zagadnieniach praktycznych.:  <i>Acquainting with the basics of ordinary differential equations, integral transformations and numerical methods associated with them, as well as showing their applications in various practical problems.</i>	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	15 h
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	15 h
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	30 h
	Projekt / <i>Project classes</i>	0 h
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<b>Wykład (8x2h):</b> 1. Równania różniczkowe zwyczajne: - wstęp do równań różniczkowych 1. rzędu oraz kilka słów o równaniach wyższych rzędów, - twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności i dlaczego są takie ważne, - układy równań różniczkowych zwyczajnych, nie tylko liniowych. 2. Metody numeryczne w równaniach różniczkowych: - po co są metody numeryczne w równaniach różniczkowych i czemu zaczęło się od metody Eulera, - liniowe metody wielokrokowe oraz metody Runge-Kutty i kilka słów o tym, co jeszcze można poprawić.	

	<p>3. Przekształcenia całkowite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- szeregi Fouriera – trygonometryczny i wykładniczy,</li> <li>- transformacja Fouriera i krótkie wprowadzenie do przekształceń falkowych,</li> <li>- przekształcenia dyskretne i algorytm szybkiej transformacji Fouriera.</li> </ul> <p><b>Ćwiczenia audytoryjne (8x2h):</b></p> <p>1. Równania różniczkowe zwyczajne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- badanie istnienia i jednoznaczności równań zwyczajnych 1. rzędu,</li> <li>- metody rozwiązywania różnych typów równań zwyczajnych,</li> <li>- metody badania układów równań różniczkowych zwyczajnych.</li> </ul> <p>2. Przekształcenia całkowite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- równania różniczkowe prowadzące do szeregów Fouriera,</li> <li>- rozwijanie funkcji w szereg Fouriera,</li> <li>- obliczanie i badanie własności transformat Fouriera funkcji.</li> </ul> <p>3. Kolokwium.</p> <p><b>Laboratorium (7x3h + 7x1h):</b></p> <p>Na laboratorium składają się ćwiczenia laboratoryjne i konsultacje związane z projektem zaliczeniowym. Ćwiczenia laboratoryjne mają formę warsztatów komputerowych (wykonywanych w Pythonie lub MATLABie, w zależności od preferencji uczestników):</p> <p>1. Metody numeryczne w równaniach różniczkowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geometryczna interpretacja równań różniczkowych i wbudowane narzędzia Pythona (pakiety SciPy) lub MATLABa,</li> <li>- implementacja metod numerycznych z wykładu wraz z modyfikacjami,</li> <li>- zastosowanie równań różniczkowych i metod optymalizacji do modelowania rzeczywistych procesów.</li> </ul> <p>2. Przekształcenia całkowite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- algorytm FFT (implementacja w Pythonie /NumPy/ lub MATLABie) i badanie widma funkcji,</li> <li>- metody fourierowskie w przetwarzaniu danych obrazowych,</li> <li>- zastosowanie transformacji całkowych w kompresji danych.</li> </ul> <p>Projekt zaliczeniowy będzie związany z tematyką przedmiotu. Przykładowe zagadnienia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- układy równań różniczkowych zwyczajnych, a sieci neuronowe,</li> <li>- dopasowanie modelu różniczkowego do dostępnych danych,</li> <li>- wydobywanie cech obrazów za pomocą transformacji całkowych w zagadnieniach diagnostyki medycznej,</li> <li>- opracowanie modulatora głosu z zastosowaniem transformacji Fouriera.</li> </ul>
<p>Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i></p>	<p>Wykład: wykład informacyjny  Ćwiczenia: samodzielne rozwiązywanie zadań przy tablicy  Laboratorium: warsztaty z użyciem komputera oraz samodzielne rozwiązywanie zadań w laboratorium</p>
<p>Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i></p>	<p>Ocena z przedmiotu zostanie wystawiona na podstawie dwóch składowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kolokwium odbywające się na ostatnich ćwiczeniach (w połowie semestru) obejmujące zagadnienia teoretyczne z wykładu i zadania z ćwiczeń – max <b>40 punktów</b>,</li> <li>- projekt zespołowy wykonywany w Pythonie lub MATLABie w drugiej połowie semestru wykorzystujący metody omawiane na zajęciach laboratoryjnych – max <b>40 punktów</b>.</li> </ul> <p>Dodatkowo można otrzymać max <b>10 punktów</b> za aktywność na ćwiczeniach oraz max <b>10 punktów</b> za zadania wykonywane podczas zajęć laboratoryjnych. Łącznie z przedmiotu można uzyskać max <b>100 punktów</b>. Końcowa ocena zostanie wystawiona według standardowej skali.</p>
<p>Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i></p>	<p>Patrz TABELA 1.  <i>Table 1.</i></p>

Egzamin <i>Examination</i>	Nie <i>No</i>
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	1. W. Żakowski i W. Leksiński, „Matematyka cz. IV – Równania różniczkowe, Funkcje zmiennej zespolonej, Przekształcenia całkowe,” WNT, Warszawa, 2002. 2. W. Krysicki i L. Włodarski, „Analiza matematyczna w zadaniach t. 2,” PWN, Warszawa, 2006. 3. D. Griffiths i D. J. Higham, „Numerical Methods for Ordinary Differential Equations – Initial Value Problems,” Springer-Verlag, Londyn, 2010. 4. P. V. O’Neil, “Advanced Engineering Mathematics 7 <sup>th</sup> Edition,” Cengage Learning, Stamford, 2007. 5. Dokumentacja MATLABa 6. Dokumentacja pakietów NumPy i SciPy (Python)
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="http://pages.mini.pw.edu.pl/~blaszczykl/dydaktyka/PMS.html">http://pages.mini.pw.edu.pl/~blaszczykl/dydaktyka/PMS.html</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	5
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się: <i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</i>	1. godziny kontaktowe – 67 h; w tym a) obecność na wykładach – 15 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) obecność na laboratoriach – 30 h d) konsultacje i/lub e-konsultacje – 7 h 2. praca własna studenta – 60 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 10 h b) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwium – 20 h c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h d) przygotowanie raportu z projektu – 20 h Razem 127 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <i>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</i>	1. obecność na wykładach – 15 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. obecność na laboratoriach – 30 h 4. konsultacje i/lub e-konsultacje – 7 h Razem 67 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	1. obecność na laboratoriach – 30 h 2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h 3. przygotowanie raportu z projektu – 20 h Razem 60 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	Wykład i ćwiczenia będą odbywały się <b>tylko</b> przez pierwszych 8 tygodni semestru (łącznie 4 h tygodniowo), laboratorium będzie odbywało się <b>tylko</b> w ostatnich 7 tygodniach semestru (łącznie 4h tygodniowo).

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 1. LEARNING OUTCOMES

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunku Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I stopnia na kierunku <i>Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyki	Odniesienie do efektów uczenia się
-------------------------------	---	--------------------------------	------------------------------------

<i>LEARNING OUTCOMES</i> <i>The graduate of Data Science</i>		k drugiego stopnia PRK	dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą istnienia i jednoznaczności rozwiązań równań różniczkowych zwyczajnych.	P6S_WG	DS_W01
W02	Ma wiedzę w zakresie metod numerycznego różniczkowania funkcji, badania i rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.	P6S_WG	DS_W06
W03	Ma podstawową wiedzę z zakresu zastosowania równań różniczkowych do modelowania zjawisk fizycznych.	P6S_WG	DS_W11-
W04	Zna definicję i najważniejsze własności szeregów Fouriera i transformat Fouriera.	P6S_WG	DS_W01
<b>UMIĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Umie rozwiązywać podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych.	P6S_UW	DS_U01
U02	Potrafi zastosować gotowe narzędzia komputerowe do rozwiązywania równań różniczkowych.	P6S_UW	DS_U16
U03	Potrafi rozwinąć funkcję w szereg Fouriera i wykorzystać go w zagadnieniach praktycznych.	P6S_UW	DS_U01
U04	Potrafi obliczyć transformatę Fouriera funkcji i zbadać jej własności.	P6S_UW	DS_U01
U05	Potrafi wykorzystać gotowe narzędzia komputerowe w fourierowskiej analizie obrazów i dźwięków.	P6S_UW	DS_U16
U06	Potrafi przedstawiać wyniki samodzielnych eksperymentów komputerowych w formie sprawozdania.	P6S_UW P6S_UK	DS_U16 DS_U20
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Rozumie potrzebę poszerzania warsztatu matematycznego na każdym etapie studiów.	P6S_KK	DS_K01
K02	Potrafi współdziałać w grupie, dążąc do rozwiązania postawionego problemu.	P6S_KR P6S_KO	DS_K04 DS_K05

## 2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się

### *Types of classes and learning outcomes verification methods*

Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>
W01 – W04, K01	wykład	kolokwium, aktywny udział w zajęciach
W01, W04, U01, U03, U04, K01, K02	ćwiczenia	kolokwium, aktywny udział w zajęciach, prezentacja rozwiązań
W02, W03, U02, U05, U06, K01, K02	laboratorium	aktywny udział w zajęciach, ocena zespołowego projektu

### Opis przedmiotu / *Course description*

#### **4. ANALIZA SYGNAŁÓW I SYSTEMÓW W PRAKTYCE**

Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	1030-MA000-LSP-0688
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Analiza sygnałów i systemów w praktyce
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Signal and System Analysis in Practice

#### **A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / *The location of the course in the system of studies***



Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka (st. I i II stopnia) <i>Mathematics (BSc and MSc studies)</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Inżynieria i Analiza Danych (st. I i II stopnia) <i>Data Science (BSc and MSc studies)</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <sup>1)</sup> <i>Course coordinat</i>	1) dr hab. inż. Kajetana Marta Snopek ( <i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i> ) tel.: +48 22 234 76 47, e-mail: snopek@ire.pw.edu.pl 2) dr inż. Łukasz Błaszczuk ( <i>Zakład Projektowania Systemów CAD/CAM i Komputerowego Wspomagania Medycyny</i> ) tel.: +48 880 443 398, e-mail: L.Blaszczuk@mini.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	1) dr hab. inż. Kajetana Marta Snopek (wykład i ćwiczenia) 2) dr inż. Łukasz Błaszczuk (laboratorium)
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / General characteristics of the course</b>	
Blok przedmiotów <sup>1)</sup> <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe <i>Field-related</i>
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Zaawansowany <i>Advanced</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	<i>Matematyka: Obieralne</i> <i>Inż. i An. Danych: Obieralne</i> <i>Mathematics: Electives</i> <i>Data Science: Electives</i>
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	<i>Matematyka: 6 (st. I stopnia) / 2, 4 (st. II stopnia)</i> <i>Inż. i An. Danych: 4, 6 (st. I stopnia) / 1, 2, 3, 4 (st. II stopnia)</i>
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	<i>Matematyka: 6 (st. I stopnia) / 2 (st. II stopnia)</i> <i>Inż. i An. Danych: 4 (st. I stopnia) / 1 (st. II stopnia)</i>
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>summer semester</i>
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Studenci <b>Matematyki</b> : <b>Analiza matematyczna I-III</b> (wymagane), <b>Analiza zespolona I</b> (zalecane). Studenci <b>Inżynierii i Analizy Danych</b> (także absolwenci kierunku <b>Informatyka</b> ): <b>Analiza matematyczna I-II</b> , <b>Podstawy elektroniki</b> (wymagane), <b>Równania różniczkowe</b> (zalecane).
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 1 grupa ćwiczeniowa (2 grupy laboratoryjne) <i>Number of groups: 1 tutorial group (2 laboratory groups)</i>
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / Learning outcomes and methods of teaching</b>	
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Zapoznanie z elementarną teorią sygnałów i systemów czasu ciągłego oraz dyskretnego oraz jej aspektami praktycznymi, takimi jak filtracja i próbkowanie.

	<i>Acquainting with the elementary theory of continuous and discrete time signals and systems and its practical aspects, such as filtration and sampling.</i>	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30 h
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	15 h
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	15 h
	Projekt / <i>Project classes</i>	0 h
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<p><b>Wykład (15x2h):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do teorii sygnałów.</li> <li>2. Wprowadzenie do teorii systemów.</li> <li>3. Przypomnienie wiadomości o trygonometrycznym i zespolonym szeregu Fouriera. Widmo amplitudowe, fazowe, mocy. Twierdzenie Parsewala.</li> <li>4. Przypomnienie wiadomości o całkowym przekształceniu Fouriera i Laplace'a. Twierdzenie Plancherela i Wienera-Chinczyna.</li> <li>5. Filtracja analogowa idealna i rzeczywista.</li> <li>6. Próbkowanie sygnałów.</li> <li>7. Przekształcenie Fouriera sygnałów czasu dyskretnego (DTFT) w analizie systemów czasu dyskretnego.</li> <li>8. Dyskretne przekształcenie Fouriera (DFT). Algorytm FFT.</li> <li>9. Jednostronne przekształcenie Z w filtracji cyfrowej.</li> </ol> <p><b>Ćwiczenia (15x1h):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parametry sygnałów. Splot, funkcja autokorelacji i korelacji wzajemnej.</li> <li>2. Cechy systemów. Schematy blokowe. Charakterystyki czasowe.</li> <li>3. Rozwinięcia w szereg trygonometryczny i zespolony Fouriera. Widmo amplitudowe i fazowe.</li> <li>4. Widmo fourierowskie sygnałów czasu ciągłego. Twierdzenie Plancherela oraz Wienera-Chinczyna.</li> <li>5. Odpowiedź filtru analogowego na pobudzenie. Charakterystyki czasowe i częstotliwościowe. Równania systemu i zastosowanie przekształcenia Fouriera i Laplace'a.</li> <li>6. Częstotliwość Nyquista i widmo sygnału próbkowanego. Zjawisko aliasingu częstotliwościowego. Odtwarzanie sygnału analogowego z ciągu próbek.</li> <li>7. Widmo sygnału czasu dyskretnego (DTFT i DFT), charakterystyki czasowe i częstotliwościowe systemów czasu dyskretnego.</li> <li>8. Odpowiedź filtru cyfrowego na pobudzenie. Równania filtrów cyfrowych i zastosowanie przekształcenia Z.</li> </ol> <p><b>Laboratorium (5x3h):</b></p> <p>Badanie widma sygnałów okresowych i nieokresowych. Dyskretne przekształcenie Fouriera (DFT) i szybkie przekształcenie Fouriera (FFT). Badanie parametrów sygnałów losowych. Filtracja sygnałów. Podstawy cyfrowego przetwarzania obrazów.</p>	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład: wykład informacyjny Ćwiczenia: samodzielne rozwiązywanie zadań przy tablicy Laboratorium: warsztaty z użyciem komputera oraz samodzielne rozwiązywanie zadań w laboratorium	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	Ocena wystawiona będzie według standardowej skali procentowej na podstawie dwóch kolokwii (2x15 punktów) oraz pięciu ćwiczeń laboratoryjnych (5x4 punkty). Wymagane jest zaliczenie (przepełnienie) zarówno ćwiczeń, jak i laboratorium.	
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	

Egzamin <i>Examination</i>	Nie <i>No</i>
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	1. J. Wojciechowski, „Sygnały i systemy,” WKiŁ, Warszawa 2008. 2. K.M. Snopek, J.M. Wojciechowski, „Sygnały i systemy – zbiór zadań,” Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2010. 3. J. Szabatin, „Podstawy teorii sygnałów,” WKiŁ, Warszawa 2000.
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="http://www.ire.pw.edu.pl/~ksnopek/ASISP/index.html">http://www.ire.pw.edu.pl/~ksnopek/ASISP/index.html</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / <i>Student workload</i></b>	
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	5
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się: <i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</i>	1. godziny kontaktowe – 67 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) obecność na laboratoriach – 15 h c) konsultacje i/lub e-konsultacje – 7 h 2. praca własna studenta – 55 h; w tym a) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwium – 25 h a) przygotowanie do laboratorium – 10 h b) zapoznanie się z literaturą – 15 h c) przygotowanie sprawozdań – 5 h Razem 123 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <i>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</i>	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. obecność na laboratoriach – 15 h 4. konsultacje i/lub e-konsultacje – 7 h Razem 67 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	1. obecność na ćwiczeniach – 15 h 2. obecność na laboratoriach – 15 h 3. przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwium – 25 h 2. przygotowanie sprawozdań – 5 h Razem 60 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / <i>Additional information</i></b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	Wykład i ćwiczenia będą odbywały się regularnie (co tydzień), laboratorium będzie odbywało się pod koniec semestru (5 spotkań po 3h). Brak możliwości prowadzenia zajęć dla różnych grup w tym samym czasie.

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / *TABLE 1. LEARNING OUTCOMES*

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			

W01	Ma podstawową wiedzę na temat badania właściwości sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości	II.X.P6S_WG.1.o II.X.P6S_WG.2.o II.X.P7S_WG.1.o P6S_WG	M1_W02 M1_W03 M1_W13 M1_W25 M2_W01 M2_W02 DS_W01 DS_W13 DS2_W14-
W02	Ma podstawową wiedzę na temat próbkowania i filtracji sygnałów	II.X.P6S_WG.1.o II.X.P6S_WG.2.o II.X.P7S_WG.1.o P6S_WG	M1_W03 M1_W13 M1_W25 M2_W01 M2_W02 DS_W01 DS_W13 DS2_W14-
W03	Ma podstawową wiedzę na temat wyznaczania charakterystyk czasowych i częstotliwościowych systemów	II.X.P6S_WG.1.o II.X.P6S_WG.2.o II.X.P7S_WG.1.o P6S_WG	M1_W08 M1_W13 M1_W25 M2_W01 M2_W02 DS_W01 DS_W13 DS2_W14-
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	II.X.P6S_UW.1.o II.X.P6S_UW.2 II.X.P7S_WG.1.o II.T.P7S_UW.1 III.P7S_UW.1.o II.T.P7S_UW.3 III.P7S_UW.3.o P6S_UW	M1_U03 M1_U04 M1_U07 M1_U11 M1_U16 M1_U18 M1_U19 M2MNI_U01 M2MNI_U09 M2MNI_U11 DS_U01 DS_U15 DS_U25 DS2_U20 DS2_U21
U02	Potrafi przeprowadzać symulacje komputerowe, interpretować otrzymane wyniki i wyciągać wnioski	II.X.P6S_UW.1.o II.X.P6S_UW.2 II.X.P7S_WG.1.o II.T.P7S_UW.3 III.P7S_UW.3.o P6S_UW	M1_U16 M1_U18 M1_U19 M2_U02 M2MNI_U01 M2MNI_U09 M2MNI_U11 DS_U01 DS_U16 DS_U25 DS2_U21
U03	Potrafi zredagować pisemne sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego	II.X.P7S_WG.1.o II.T.P7S_UW.2 III.P7S_UW.2.o II.T.P7S_UW.3 III.P7S_UW.3.o P6S_UW	M1_U23 M2_U01 M2MNI_U07 M2MNI_U08 DS_U16 DS2_U15
U04	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury z zakresu teorii sygnałów i systemów	II.X.P7S_WG.1.o II.X.P7S_WG.1.o	M1_U24 M2_U02 M2MNI_U14 DS_U19 DS_U20
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Potrafi współpracować w grupie	-	M1_K02 M2_U03 DS_K04 DS2_K04

2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>		
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>
W01 – W03, U01, K01	wykład, ćwiczenia	kolokwia, aktywny udział w ćwiczeniach, prezentacja rozwiązań
W01 – W03, U01 – U04, K01	laboratorium	ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

Opis przedmiotu / <i>Course description</i>	
<b>5. WYBRANE ZAGADNIENIA TEORII GRAFÓW</b>	
Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Wybrane zagadnienia teorii grafów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Selected Topics in Graph Theory
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Informatyka i Systemy Informacyjne / Informatyka / IAD <i>Computer Science and Information Systems / Computer Science / Data Science</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	Dr Krzysztof Bryś
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Krzysztof Bryś
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>intermediate</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	6 pierwszego stopnia /2 drugiego stopnia

Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	4	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester</i>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Matematyka Dyskretna	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 1 <i>Number of groups: 1</i>	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Cel przedmiotu: Zapoznanie studentów z wybranym pojęciami i faktami teorii grafów, metodami dowodzenia twierdzeń teorii grafów oraz zastosowaniami omawianych pojęć do rozwiązywania problemów z różnych dziedzin nauki.	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1.</i>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30 godz.
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	15 godz.
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	0
	Projekt / <i>Project classes</i>	0
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajdowanie maksymalnego skojarzenia w grafie. Twierdzenie Berge'a.</li> <li>2. Grafy doskonałe.</li> <li>3. Wielomiany chromatyczne.</li> <li>4. Zliczanie drzew. Kod Prufera.</li> <li>5. Zliczanie grafów izomorficznych.</li> <li>6. Grafy nieskończone. Lemat Koniga.</li> <li>7. Elementy teorii Ramseya dla grafów.</li> <li>8. Minory w grafach.</li> <li>9. Grafy skierowane. Silna spójność. Turnieje.</li> <li>10. Ścieżki w grafie. Pokrycie grafu ścieżkami. Ścieżki między danymi wierzchołkami grafu.</li> <li>11. Grafy losowe.</li> </ol>	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład informacyjny, wykład problemowy, samodzielne rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń, dyskusja.	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	Jedno kolokwium na ostatnim wykładzie złożone z 3-4 pytań teoretycznych dotyczących wiedzy podawanej podczas wykładów oraz 2-3 zadań do samodzielnego rozwiązania analogicznych do zadań rozwiązywanych na ćwiczeniach. Maksymalna liczba punktów do zdobycia na kolokwium: 100. Do punktów uzyskanych na końcowym kolokwium doliczane będą punkty dodatkowe uzyskane za aktywność na ćwiczeniach, samodzielne wykonanie nieobowiązkowych prac domowych (0-10 punktów). Zdobycie w sumie 51 punktów oznacza zaliczenie ćwiczeń i wykładu. Oceny: 51-60 punktów w sumie - 3.0, 61-70 - 3.5, 71-80 - 4.0, 81-90 - 4.5, po-wyżej 90 - 5.0. Do kolokwium zaliczeniowego dopuszczeni będą wszyscy studenci zapisani na wykład. Możliwe będzie powtórne pisanie kolokwium.	
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1.</i>	
Egzamin <i>Examination</i>	Nie <i>No</i>	
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. N. Deo – <i>Teoria grafów i jej zastosowania w technice i informatyce</i>, PWN, 1985.</li> <li>2. R. Diestel – <i>Graph Theory</i>, Springer – Verlag 2016.</li> <li>3. M.M. Sysło, N. Deo, J.Kowalik – <i>Algorytmy optymalizacji dyskretnej</i>, PWN, 1995.</li> </ol>	

	4. K.A. Ross, C.R.B. Wright – <i>Matematyka Dyskretna</i> , PWN, 2000. 5. R.J. Wilson – <i>Wprowadzenie do teorii grafów</i> , PWN, 1998
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="http://www.mini.pw.edu.pl/~brys/www">http://www.mini.pw.edu.pl/~brys/www</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	3
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się: <i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</i>	1. godziny kontaktowe – 50 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) konsultacje – 5 h 2. praca własna studenta – 35 h; w tym a) przygotowanie do ćwiczeń – 15 h b) zapoznanie się z literaturą – 10 h c) przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego – 10 h Razem 85 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <i>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</i>	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. konsultacje – 10 h Razem 55 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	0 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / *TABLE 1. LEARNING OUTCOMES*

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i> <i>/ Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of</i> <i>Computer Science and Information Systems</i> <i>/ Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Student posiada wiedzę dotyczącą wybranych zagadnień teorii grafów	T1A_W01 P6S_WG	ML_W15, K_W01 DS_W01
W02	Student zna wybrane techniki dowodzenia twierdzeń teorii grafów	T1A_W01 P6S_WG	ML_W15 K_W01 DS_W01
<b>UMIĘTNOŚCI / SKILLS</b>			

U01	Student potrafi stosować wybrane pojęcia teorii grafów do analizy i rozwiązywania problemów	T1A_U09 P6S_UW	ML_U14 ML_U15 K_U03 K_U04 DS_U01
U02	Student potrafi samodzielnie wykorzystać poznane fakty i metody do dowodzenia własności grafów	T1A_U09 P6S_UW	ML_U14 ML_U15 K_U03 K_U04 DS_U01
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / <i>SOCIAL COMPETENCE</i></b>			
K01	Student rozumie potrzebę pogłębiania wiedzy dotyczącej teorii grafów	T1A_K01 P6S_KK P6S_UU	ML_KS01 K_K01 DS_K01
<b>2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się</b> <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
<b>Zamierzone efekty</b> <i>Expected learning outcomes</i>		<b>Forma zajęć</b> <i>Type of classes</i>	<b>Sposób weryfikacji</b> <i>Verification method</i>
W01, W01		Wykład	Kolokwium, aktywność na zajęciach
U01, U02		Ćwiczenia	Kolokwium, aktywność na zajęciach
K01		Ćwiczenia, wykład	Kolokwium, aktywność na zajęciach

<b>Opis przedmiotu / <i>Course description</i></b>	
<b>6. ZARZĄDZANIE DANymi W PRZEDSIĘBIORSTWIE</b>	
Kod przedmiotu <i>Course code</i>	1120-DS000-MSP-0501
Nazwa przedmiotu (pl) <i>Course title (Polish)</i>	Zarządzanie danymi w przedsiębiorstwie
Nazwa przedmiotu (ang.) <i>Course title (English)</i>	Enterprise data management
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia drugiego stopnia <i>MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Informatyka, Inżynieria i Analiza Danych, Matematyka <i>Data Science, Mathematics</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Fizyki <i>Faculty of Physics</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinator</i>	Dr Mirosław Brzozowy Wydział Fizyki, brzozowy@if.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Mirosław Brzozowy
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe <i>Data Science</i>
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany



<b>Level of the courses</b>	<b>Intermediate</b>	
Grupa przedmiotów <b>Group of the courses</b>	Obieralne <b>Electives</b>	
Status przedmiotu <b>Type of the course</b>	Obieralny <b>Elective</b>	
Język prowadzenia zajęć <b>Language of instruction</b>	Polski / angielski <b>Polish / English</b>	
Semester nominalny <b>Proper semester of study</b>	1-3 (II stopień) <b>1-3 (second cycle programme)</b>	
Minimalny numer semestru <b>Earliest semester of study</b>	6 (I stopień) <b>6 (first cycle programme)</b>	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <b>Semester in academic year</b>	Semestr letni i zimowy <b>Summer semester and winter semester</b>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <b>Prerequisites</b>	Bazy danych, umiejętność programowania, w tym co najmniej znajomość SAS4GL	
Limit liczby studentów <b>Limit of the number of students</b>	Liczba grup: bez ograniczeń <b>No limits</b>	
<b>C. Efekty kształcenia i sposób prowadzenia zajęć / Learning outcomes and methods of teaching</b>		
Cel przedmiotu <b>Course objective</b>	<p>Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest uzyskanie wiedzy na temat najważniejszych systemów informatycznych używanych w gospodarce, ze szczególnym naciskiem na zagadnienia hurtowni danych, integracji danych i modelowania oraz jakości danych. Po ukończeniu kursu studenci powinni posiadać praktyczne umiejętności projektowania i implementacji procesów ETL, procesów analizy i poprawy jakości danych. Posiadać też będą praktyczne umiejętności korzystania z profesjonalnych narzędzi do ww. zadań.</p> <p><b>Course objective:</b> <b>The aim of the course is to teach students After completing the course students will be able to define concepts of data warehouse, data marts, data quality, design and implement ETL jobs, examine the quality of data, cleanse and impute the data, use professional software for the above tasks, explain different building blocks of SAS system and similar software platforms. Thus, the students will be well equipped for efficient work in professional data integration or data quality commercial projects.</b></p>	
Efekty kształcenia <b>Learning outcomes</b>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <b>Type of classes and hours of instruction per week</b>	Wykład / <b>Lecture</b>	15
	Ćwiczenia / <b>Tutorial</b>	0
	Laboratorium / <b>Laboratory</b>	30
	Projekt / <b>Project classes</b>	0
Treści kształcenia <b>Course content</b>	<p>Wykład: Przedmiot rozpoczyna się przypomnieniem najważniejszych informacji na temat relacyjnych baz danych oraz wybranych informacji na temat obecnego rynku usług IT. Następnie zostanie wprowadzona koncepcja Hurtowni Danych oraz zostanie zdefiniowany proces ETL (Extract-Transform-Load). Jako przykład narzędzia do realizacji procesu ETL zostanie wprowadzone narzędzie SAS Data Integration Studio. W trakcie wykładów będą również omawiane podstawowe pojęcia i procesy związane z Hurtowniami Danych, zapewnianie jakości danych i integracja danych oraz tworzenie data martów. Zajęcia kończą się krótkim przeglądem, jaką rolę pełnią zagadnienia integracje i jakości danych w szerszym aspekcie biznesowych platform przetwarzania danych.</p> <p>Laboratorium: W trakcie zajęć laboratoryjnych realizowane będą treści kształcenia z</p>	

	<p>wykładów. Pojęcia wprowadzone na wykładach będą ilustrowane praktycznym ćwiczeniami z wykorzystaniem narzędzia SAS Data Integration Studio (SAS DIS).</p> <p>Studenci będą definiowali struktury danych, wykorzystywali narzędzia importu i eksportu danych i poznają większość transformacji zdefiniowanych w narzędziu SAS DIS. Ponadto nauczą się oni podstawowych pojęć języka SAS 4GL i będą wykrywać i korygować błędy w tworzonych scriptach SAS DIS. W ramach laboratorium studenci nauczą się także jak rozwiązywać praktyczne problemy biznesowe przy pomocy SAS DIS oraz wykorzystywanych przez to narzędzie języków SQL i SAS 4GL.</p> <p><b>Lecture:</b>  <i>The course starts with the recollection of relational database management systems (RDBMS) and some business oriented information about today's IT market. Then the concept of data warehouse is introduced and ETL (Extract-Transform-Load) processes are defined. SAS Data Integration Studio (SAS DI) as an example of an ETL tool is discussed and explained. On the laboratories students design their own ETL jobs in SAS DI Studio. As data warehouses grow bigger there is a need to create separate data marts for each area of interest. Students therefore are introduced to this concept. Next, the problem of data quality is thoroughly discussed with real-life experienced from commercial projects given. Students learn the SAS Data Quality solution and employ the available techniques to cleanse and impute the data. They also learn how to examine data quality. The course ends with a brief overview of how data integration and data quality issues fit into the bigger picture of professional business computing platform.</i></p> <p><b>Lab:</b>  <i>During the laboratory classes the topics of from the lectures will be further discussed. The concepts introduced during the lectures will be illustrated with practical exercises using the SAS Data Integration Studio tool. Students will define data structures, use data import and export tools, and familiarize themselves with most of the transformations defined in the SAS DIS. In addition, they will learn the basic concepts of SAS 4GL, will debug errors in the SAS DIS scripts created. As part of the laboratory, students will also learn how to solve practical business problems by means of SAS DIS and the SQL and SAS 4GL language used by this tool.</i></p>
<p>Metody dydaktyczne  <b>Teaching methods</b></p>	<p>Wykład:          Wykład informacyjno-programowy, z użyciem komputera (pisanie kodów i analizowanie efektów ich działania)</p> <p>Laboratorium:          Samodzielne rozwiązywanie zadań programistycznych (po wprowadzeniu i przy pomocy prowadzącego laboratorium)</p> <p><b>Lecture:</b>  <i>An informative and problem-solving lecture, with a computer (writing and analyzing code)</i></p> <p><b>Lab:</b>  <i>Individual work on solving programming tasks (after an introduction and under guidance of teacher)</i></p>
<p>Metody i kryteria oceniania /          regulamin zaliczenia  <b>Assessment methods and regulations</b></p>	<p>W celu zaliczenia przedmiotu student musi zgromadzić co najmniej 51 punktów (minimalna ocena: 3).</p> <p>Każdy student może maksymalnie otrzymać 100 punktów.</p> <p>Punkty będą przyznawane za:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 testy weryfikujące wiedzę teoretyczną (30%)</li> <li>- indywidualne rozwiązanie 5 zadań na zajęciach laboratoryjnych (70%)</li> </ul> <p>Zajęcia laboratoryjne generalnie będą miały dualną formę: w pierwszym tygodniu oprogramowania zostanie zaprezentowane przez wykładowcę, w następnym tygodniu studenci będą rozwiązywać sami zadania i otrzymywać za nie punkty. Takie 2 tygodniowe cykle będą kontynuowane (z pewnymi wyjątkami) przez cały semestr.</p>

	<p><i>In order to pass the module a student will have to collect at least 51 points (minimal grade: 3)</i></p> <p><i>Each student may get maximum 100 points</i></p> <p><i>The points will be granted for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>passing 3 tests verifying their theoretical knowledge (30%),</i></li> <li>- <i>solving individually 5 tasks during laboratory classes (70%).</i></li> </ul> <p><i>The laboratory classes will generally have a dual form - first in the lab the software will be presented by the teacher, the following week students will have to solve tasks them-selves and will receive a partial grade for them. Such 2 weeks cycles will continue (with some exceptions) throughout the semester.</i></p>
Metody sprawdzania efektów kształcenia <b>Learning outcomes verification methods</b>	Patrz TABELA 1.  <b>Table 1</b>
Egzamin <b>Examination</b>	Nie <b>No</b>
Literatura i oprogramowanie <b>Bibliography and software</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. W. Immon, DW 2.0: The Architecture for the Next Generation of Data Warehousing (Morgan Kaufman Series in Data Management Systems).</li> <li>2. L. Delwiche, A Little SAS book, A primer.</li> <li>3. A. Doan, Principles of Data Integration.</li> <li>4. SAS Data Integration Studio 4.3: User's Guide, SAS Institute.</li> <li>5. A. Berson, Master Data Management and Data Governance.</li> <li>6. R. Kimball, M. Ross, The Data Warehouse Toolkit, Third Edition</li> <li>7. M. Ross, W. Thornthwaite, Data Warehouse Lifecycle in Depth, Kimball University, Wiley</li> </ol>
Witryna www przedmiotu <b>Course homepage</b>	
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <b>Number of ECTS credit points</b>	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia: <b>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 45 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 15 h</li> <li>b) obecność na laboratoriach – 30 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 55 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zapoznanie się z literaturą – 10 h</li> <li>b) przygotowanie do kolokwium – 15 h</li> <li>c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h</li> </ol> </li> </ol> <p>Razem 100 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <b>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 15 h</li> <li>2. obecność na laboratoriach – 30 h</li> </ol> <p>Razem 45 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <b>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h</li> </ol> <p>Razem 60 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <b>Remarks</b>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / **TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty kształcenia i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów kształcenia dla kierunków Informatyka, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty kształcenia dla modułu	OPIS EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową w zakresie podstawowych pojęć z zakresu hurtowni danych, integracji i czyszczenia danych  <i>Has an ordered, theory-based general and detailed knowledge of basic terms related to data warehousing, data integration and data cleansing</i>	I.P7S_WG	AI_W04, AI_W11
W02	Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane do rozwiązywania zadań z zakresu procesów ETL i procesów czyszczenia danych  <i>Knows the basic methods, techniques and tools used to solve problems in the field of ETL processes and data cleansing processes</i>	I.P7S_WG	AI_W04, AI_W11
W03	Zna profesjonalne oprogramowanie pozwalające na wykonywanie procesów i analiz w zakresie integracji i czyszczenia danych  <i>Knows the professional software that allows one to realize processes and perform analyses in the area of data integration and cleansing</i>	I.P7S_WG	AI_W04, AI_W12-
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Potrafi zaprojektować procesy ETL w wybranym narzędziu do profesjonalnego tworzenia procesów hurtowni danych  <i>Is able to design ETL processes using selected tool for professional creation the processes of the data warehouse</i>	I.P7S_UW, II.T.P7S_UW.2, III.P7S_UW.2.o, II.T.P7S_UW.2, III.P7S_UW.2.o	AI_U06
U02	Potrafi zaprojektować architekturę hurtowni danych i opisać odwzorowanie danych wejściowych na tabele hurtowni, ze szczególnym uwzględnieniem użycia narzędzi ETL.  <i>Is able to design a data warehouse architecture and describe the mapping input data into the tables in the data warehouse, with particular attention to the use of ETL tools.</i>	I.P7S_UW, II.T.P7S_UW.2, III.P7S_UW.2.o, II.T.P7S_UW.2, III.P7S_UW.2.o	AI_U09
U03	Umie zaprojektować podział hurtowni danych na składnice tematyczne tzw. data marts; potrafi oszacować uwarunkowania sprzętowe proponowanej architektury  <i>Is able to design a data warehouse division for the thematic data stores called data marts; can estimate the hardware conditions of the proposed architecture</i>	I.P7S_UW, II.T.P7S_UW.3, III.P7S_UW.3.o, II.T.P7S_UW.4, III.P7S_UW.4.o	AI_U09

U04	Potrafi analizować jakość danych i projektować procesy służące do poprawy jakości danych i uzupełniania braków za pomocą modeli statystycznych  <i>Is able to analyze the quality of data and design processes to improve data quality and impute the missing data using statistical models</i>	I.P7S_UW, II.T.P7S_UW.3, III.P7S_UW.3.o, II.T.P7S_UW.4, III.P7S_UW.4.o	AI_U17, AI_U06
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Rozumie istotę gromadzenia i publikowania informacji w sposób umożliwiający wnioskowanie  <i>Understands the essence of collecting and publishing the information in a way that allows inference</i>	I.P7S_KK	AI_K06
K02	Potrafi znaleźć powiązania pomiędzy wiedzą techniczną i biznesową; rozumie wpływ i rolę analiz statystycznych i potrafi porozumieć się z takimi użytkownikami  <i>Is able to find the relationships between technical and business knowledge; understands the influence and role the statistical analyses and is able to communicate with business users</i>	I.P7S_KK	AI_K06
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów kształcenia <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <b>Type of classes</b>	Sposób weryfikacji <b>Verification method</b>	
W01	wykład, laboratorium <i>lecture, laboratory</i>	kolokwium <i>written test</i>	
W02, W03, U01, U02, U03, U04, K01, K02	wykład, laboratorium <i>lecture, laboratory</i>	kolokwium, ocena projektów wykonanych w ramach laboratorium <i>written test, graded project tasks</i>	

<b>Opis przedmiotu / Course description</b>	
<b>7. PROGRAMOWANIE W R DLA ZAAWANSOWANYCH</b>	
Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Programowanie w R dla zaawansowanych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Advanced Programming in R
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / The location of the course in the system of studies</b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	IAD <i>Data Science</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Matematyka / Informatyka i Systemy Informacyjne / Informatyka <i>Mathematics / Data Science / Computer Science and Information Systems / Computer Science /</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>

Specjalność <i>Specialisation</i>	-	
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	Dr Michał Burdukiewicz, dr hab. Przemysław Biecek, prof. ucz.	
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Michał Burdukiewicz	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / General characteristics of the course</b>		
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>intermediate</i>	
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>	
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>	
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>	
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	4 (IAD, I stopień); 2, 4 (IAD II stopień 4-sem); 1, 3 (IAD, II stopień 3-sem); 2, 4 (Mat, II stopień)	
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	4	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester</i>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Przynajmniej jeden semestr przedmiotu związanego z R (np. Techniki Wizualizacji Danych lub Wizualizacja Danych lub Przetwarzanie danych ustrukturyzowanych)	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 2 <i>Number of groups: 2</i>	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / Learning outcomes and methods of teaching</b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Poznanie zaawansowanych technik przetwarzania dużych danych z programem R, tworzenia aplikacji Shiny i pakietów R.	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1.</i>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	15
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	0
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	30
	Projekt / <i>Project classes</i>	15
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tworzenie pakietów R.</li> <li>2. Tworzenie aplikacji Shiny.</li> <li>3. Dobre praktyki tworzenia kodu w R.</li> <li>4. Znajomość pakietów z rodziny tidyverse.</li> <li>5. Znajomość pakietów z rodziny DrWhy.AI.</li> <li>6. Narzędzia do reprodukowalności analizy danych, knitr, archivist, drake.</li> <li>7. Praca z bazami danych w R.</li> <li>8. Tworzenie aplikacji REST z użyciem plumber lub OpenCPU.</li> <li>9. R jako interfejs do obliczeń rozproszonych.</li> </ol> <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efektywne programowanie w R. Elementy programowania obiektowego (S3, S4 i R6) oraz funkcyjnego.</li> </ol>	

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Programowanie równoległe w R.</li> <li>3. Integracja R i Sparka (sparklyr).</li> <li>4. Dokumentacja (roxygen2, pkgdown) i testowanie kodu (testthat).</li> <li>5. Testy jednostkowe w Shiny (RSelenium, shinytest).</li> <li>6. Reprodukowalne analizy w R (drake, archivist).</li> </ol> Projekt: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projekt zbiorowy: pakiet R.</li> <li>2. Projekt zbiorowy: aplikacja Shiny.</li> </ol>
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład: wykład problemowy
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	Podczas kursu studenci zrealizują 10 wejściówek (2 punkty każda), 5 prac domowych (5 punktów każda), prezentację (15 punktów) i dwa projekty (20 punktów każdy). Ostateczna ocena wystawiana jest zgodnie z poniższą regułą: 51-60 p. – 3,0 61-70 p. – 3,5 71-80 p. – 4,0 81-90 p. – 4,5 91 lub więcej p. – 5,0
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1.  <i>Table 1.</i>
Egzamin <i>Examination</i>	Nie <i>No</i>
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <a href="https://www.R-project.org/">https://www.R-project.org/</a>.</li> <li>2. Wickham, H. (2014). Advanced R (Boca Raton, FL: Routledge).</li> <li>3. Cheng J. (2019). Mastering Shiny (unpublished: <a href="https://github.com/jcheng5/shiny-book">https://github.com/jcheng5/shiny-book</a>)</li> <li>4. Biecek P. (2017). Przewodnik po pakiecie R (wyd. 4), Oficyna Wydawnicza GIS.</li> </ol>
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="https://github.com/mini-pw/AdvancedR2019/">https://github.com/mini-pw/AdvancedR2019/</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się: <i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 63 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 15 h</li> <li>b) obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>c) obecność na zajęciach projektowych – 15 h</li> <li>d) konsultacje – 3 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 55 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) rozwiązanie zadań domowych – 20 h</li> <li>b) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h</li> <li>c) przygotowanie do zajęć projektowych – 20 h</li> <li>d) przygotowanie raportu/prezentacji – 5 h</li> </ol> </li> </ol> Razem 118 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <i>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 15 h</li> <li>2. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>3. obecność na zajęciach projektowych – 15 h</li> <li>4. konsultacje – 3 h</li> </ol> Razem 63 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	1. obecność na laboratoriach – 30 h 2. obecność na zajęciach projektowych – 15 h 3. rozwiązanie zadań domowych – 20 h 4. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 10 h 5. przygotowanie do zajęć projektowych – 20 h Razem 95 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	Brak możliwości przeprowadzenia zajęć dla różnych grup w tym samym czasie

**TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i> <i>/ Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of</i> <i>Computer Science and Information Systems</i> <i>/ Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Zna i potrafi używać zaawansowanych narzędzi do wizualizacji danych w R.	P6S_WG	DS_W09
W02	Zna i potrafi wykorzystywać obiektowe i funkcyjne paradygmaty programowania w R.	P6S_WG	DS_W14
<b>UMIĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Potrafi korzystać i tworzyć w R narzędzia do wizualizacji danych.	P6S_UK	DS_U04
U02	Potrafi tworzyć internetowe aplikacje Shiny.	P6S_UW	DS_U11
U03	Potrafi wykorzystać R jako interfejs do systemów rozproszonych.	P6S_UW	DS_U18
U04	Potrafi tworzyć pakiety R wraz z dokumentacją i testami jednostkowymi.	P6S_UW	DS_U28
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Potrafi w zespole tworzyć pakiety R i aplikacje internetowe Shiny.	P6S_KR, P6S_UO	DS_K02

2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się

*Types of classes and learning outcomes verification methods*

Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>
W01, W02, U02, U04	Wykład, Projekt	Ocena projektu
W02, U01, U02, U03, U04	Laboratorium	Ocena prac domowych i wejściówek
K01	Projekt	ocena projektu

Opis przedmiotu / *Course description*

### 8. TEORIA GIER

Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Teoria gier



Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Game Theory
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies and MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Informatyka, Inżynieria i Analiza Danych <i>Computer Science, Data Science</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	Dr Rafał Górak
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Rafał Górak
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Zaawansowany / Średniozaawansowany / podstawowy <i>Advanced / intermediate / basic</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	5 (studia I stopnia), 1, 3 (studia II stopnia)
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	3
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr zimowy <i>winter semester</i>
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	analiza matematyczna, algebra liniowa
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: bez ograniczeń <i>Number of groups: no limits</i>
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>	
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom podstawowych twierdzeń z zakresu teorii gier i ich zastosowań. Szczególny nacisk będzie położony na samodzielną pracę studentów.
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.

<i>Learning outcomes</i>	<b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	30
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	0
	Projekt / <i>Project classes</i>	0
Treści kształcenia <i>Course content</i>	Wykład i ćwiczenia: Gry kombinatoryczne bezstronne, twierdzenie Sprague-Grundyego, gry kombinatoryczne stroniczne, konstrukcja gier stronicznych, liczby rzeczywiste jako gry stroniczne, gry w postaci strategicznej, strategie czyste i mieszane, równowaga Nasha, twierdzenie Nasha, gry o sumie zerowej, gry ekstensywne z doskonałą informacją, metoda indukcji wstecznej, gry koalicyjne, wartość Shapley'a.	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład informacyjny, ćwiczenia	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	<p>1. Ocena z ćwiczeń będzie wystawiona na podstawie wykonanych prac domowych. Wybrane zadania domowe będą prezentowane przez studentów w czasie ćwiczeń. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest wykonanie co najmniej 50% zadań domowych. Szczegółowa punktacja i zasady uzyskania ocen od 2 do 5 będzie przedstawiona na pierwszych zajęciach. W ramach przedmiotu nie są przewidziane żadne kolokwia i kartkówki.</p> <p>2. Do egzaminu końcowego będzie można przystąpić tylko po uprzednim uzyskaniu oceny pozytywnej z ćwiczeń (patrz punkt 1). Egzamin będzie miał formę ustną. Na miesiąc przed rozpoczęciem sesji egzaminacyjnej przedstawiona zostanie szczegółowa lista zagadnień (twierdzenia, przykłady zastosowań) wymaganych na egzaminie ustnym.</p> <p>Ocena ostateczna będzie średnią arytmetyczną ocen z ćwiczeń i egzaminu końcowego.</p>	
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1.  <i>Table 1.</i>	
Egzamin <i>Examination</i>	Tak <i>Yes</i>	
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	<p>1. A.R. Karlin, Y.Peres - Game Theory, Alive, AMS 2017.</p> <p>2. J. Watson, Strategia. Wprowadzenie do teorii gier, Wolters Kluwer</p>	
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>		
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>		
Liczba punktów ECTS	4	
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	<p>1. godziny kontaktowe – 68 h; w tym</p> <p>a) obecność na wykładach – 30 h</p> <p>b) obecność na ćwiczeniach – 30 h</p> <p>c) konsultacje – 5 h</p> <p>d) obecność na egzaminie – 3 h</p> <p>2. praca własna studenta – 37 h; w tym</p> <p>a) zapoznanie się z literaturą – 5 h</p> <p>c) rozwiązanie zadań domowych – 15 h</p> <p>g) przygotowanie do egzaminu – 17 h</p> <p>Razem 115 h, co odpowiada <b>X</b> pkt. ECTS</p>	
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	<p>1. obecność na wykładach – 30 h</p> <p>2. obecność na ćwiczeniach – 30 h</p> <p>5. konsultacje – 5 h</p> <p>6. obecność na egzaminie – 3 h</p> <p>Razem 68 h, co odpowiada <b>3</b> pkt. ECTS</p>	
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze	-	

praktycznym:	
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi	-

**TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Matematyka Informatyka / Informatyka i Systemy Informacyjne oraz IAD

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Matematyka / Informatyka / Informatyka i Systemy Informacyjne / IAD</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Twierdzenia z zakresu teorii gier		
W02	Zastosowania twierdzeń z teorii gier do rozwiązywania problemów praktycznych		
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Umiejętność identyfikacji zagadnień wymagających użycia twierdzeń z zakresu teorii gier		
U02	Umiejętność precyzyjnej analizy gier		
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Umiejętność publicznego prezentowania rozumowań i wyników matematycznych.		
K02	Udział w publicznej dyskusji na temat związane z treścią zajęć.		
K03	Umiejętność wspólnego rozwiązywania problemów matematycznych.		
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się			
<i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>	
W01, W02	Wykład	Egzamin	
U01, U02	Wykład, ćwiczenia	Egzamin, prace domowe	
K01, K02, K03			

Opis przedmiotu / *Course description*

**9. STATYSTYCZNE SILVA RERUM**

Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	nowy
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Statystyczne silva rerum
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	

**A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / The location of the course in the system of studies**

Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia drugiego stopnia z matematyki lub pierwszego stopnia IAD <i>BSc studies / MSc studiem</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studiem</i>

Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>	
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	IAD <i>Data Science</i>	
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>	
Specjalność <i>Specialisation</i>	-	
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Koordynator przedmiotu) <i>Course coordinat</i>	Prof. dr hab. Przemysław Grzegorzewski	
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Prof. dr hab. Przemysław Grzegorzewski	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / General characteristics of the course</b>		
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Intermediate</i>	
Grupa przedmiotów) <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>	
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>	
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>	
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	Matematyka – 2 sem. mgr IAD – 6 semestr	
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	Matematyka – 2 semestr mgr IAD – 6 semestr	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester</i>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Rachunek prawdopodobieństwa, Statystyka matematyczna 1I	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: Ćwiczenia – 30 osób / grupa <i>Number of groups: Tutorial – 30 persons per group</i>	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / Learning outcomes and methods of teaching</b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami i narzędziami współczesnej statystyki matematycznej, takimi jak bootstrap, odporność, kopuły i głębia danych.	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	30
	Laboratorium / <i>Laboratorium</i>	0
	Projekt / <i>Project</i>	0

Treści kształcenia <i>Course content</i>	Wykład i ćwiczenia: 1. Jackknife, bootstrap parametryczny i nieparametryczny. Zastosowanie resamplingu do oceny estymatorów oraz do konstrukcji przedziałów ufności i testów statystycznych. 2. Metody i narzędzia statystyki odpornej (funkcja wpływu, punkt załamania), L-estymatory i M-estymatory; odporność Zielińskiego. 3. Kopuły i ich własności, kopuły archimedajske, zastosowanie kopuł do modelowania zależności, estymacja kopuł. 4. Pojęcie funkcji głębi i jej zastosowanie w analizie danych.
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykład, dyskusja, rozwiązywanie zadań.
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	Egzamin + aktywność podczas zajęć
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1.
Egzamin <i>Examination</i>	Tak <i>Yes</i>
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	1. Chernick M.R., Bootstrap Methods, Wiley 1999. 2. Huber P.J., Ronchetti E.M., Robust Statistics, Wiley, 2009. 3. Mosler K., Depth Statistics, w: C. Becker et al. (eds.), Robustness and Complex Data Structures, Springer 2013, pp. 17-34. 4. Nelsen R., An Introduction to Copulas, Springer, 2006.
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	1. godziny kontaktowe – 67 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 30 h c) konsultacje – 5 h d) obecność na egzaminie – 2 h 2. praca własna studenta – 50 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 5 h b) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwium – 15 h c) rozwiązanie zadań domowych – 15 h d) przygotowanie do egzaminu – 15 h Razem 117 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 30 h 3. konsultacje – 5 h 4. obecność na egzaminie – 2 h Razem 67 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:	-
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / <i>TABLE 1. LEARNING OUTCOMES</i>			
1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych			
Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
WIEDZA / <i>KNOWLEDGE</i>			
W01	Zna podstawowe metody resamplingu, ich uwarunkowania teoretyczne oraz potencjalne zastosowania.		
W02	Zna różne metody oceny stopnia odporności procedur statystycznych.		
W03	Zna podstawowe własności oraz rodziny kopuł.		
W04	Zna podstawowe własności i możliwości zastosowania funkcji głębi danych.		
UMIEJĘTNOŚCI / <i>SKILLS</i>			
U01	Potrafi posłużyć się odpowiednio dobraną metodą resamplingu w celu rozwiązania problemu statystycznego.		
U02	Umie ocenić odporność stosowanej metody wnioskowania.		
U03	Umie modelować zależność zmiennych za pomocą odpowiednio dobranej kopuły.		
U04	Potrafi rozwiązać wybrane zadania analizy danych posługując się funkcją głębi		
KOMPETENCJE SPOŁECZNE / <i>SOCIAL COMPETENCE</i>			
K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych		
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <i>Type of classes</i>	Sposób weryfikacji <i>Verification method</i>	
W01-W04	Wykłady i ćwiczenia	Ćwiczenia i egzamin	
U01-U04	Wykłady i ćwiczenia	Ćwiczenia i egzamin	
K01	Wykłady i ćwiczenia	Ćwiczenia i egzamin	

Opis przedmiotu / <i>Course description</i>	
<b>10. WYBRANE ALGORYTMY I SYSTEMY ANALIZY DANYCH</b>	
Kod przedmiotu <i>Course code</i>	1120-DS000-MSP-0500
Nazwa przedmiotu (pl) <i>Course title (Polish)</i>	Wybrane algorytmy i systemy analizy danych
Nazwa przedmiotu (ang.) <i>Course title (English)</i>	Data Analytics: key methods and systems
A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc and MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne

<b>Mode of study</b>	<b>Full-time studies</b>
Kierunek studiów <b>Field of study</b>	Inżynieria i Analiza Danych <b>Data Science</b>
Profil studiów <b>Study programme profile</b>	Profil ogólnoakademicki <b>General academic profile</b>
Specjalność <b>Specialisation</b>	-
Jednostka prowadząca <b>Unit administering the course</b>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <b>Faculty of Mathematics and Information Science</b>
Jednostka realizująca <b>Unit delivering the course</b>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <b>Faculty of Mathematics and Information Science</b>
Koordynator przedmiotu <b>Course coordinator</b>	dr hab. inż. Maciej Grzenda, Zakład Systemów Przetwarzania Informacji Information Processing Systems Division, m.grzenda@mini.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia <b>Course teachers</b>	dr hab. inż. Maciej Grzenda, prof. PW; mgr inż. Hassan Babiker
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / General characteristics of the course</b>	
Blok przedmiotów <b>Block of the courses</b>	Kierunkowe <b>Data Science</b>
Poziom przedmiotu <b>Level of the courses</b>	Średniozaawansowany <b>Intermediate</b>
Grupa przedmiotów <b>Group of the courses</b>	Obieralne <b>Electives</b>
Status przedmiotu <b>Type of the course</b>	Obieralny <b>Elective</b>
Język prowadzenia zajęć <b>Language of instruction</b>	Polski <b>Polish</b>
Semester nominalny <b>Proper semester of study</b>	2
Minimalny numer semestru <b>Earliest semester of study</b>	2
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <b>Semester in academic year</b>	Semestr letni i zimowy <b>Summer semester and winter semester</b>
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające  <b>Prerequisites</b>	Zakładana jest realizacja przedmiotu równoległe z przedmiotem: Zaawansowane metody uczenia maszynowego lub znajomość metod uczenia maszynowego poprzedzająca udział w przedmiocie Podstawowa znajomość metod statystycznych i metod uczenia maszynowego. Zalecana znajomość SAS 4GL
Limit liczby studentów <b>Limit of the number of students</b>	Liczba grup: 3 <b>Number of groups: 3</b>
<b>C. Efekty kształcenia i sposób prowadzenia zajęć / Learning outcomes and methods of teaching</b>	
Cel przedmiotu <b>Course objective</b>	Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest pozyskanie przez studentów wiedzy i umiejętności projektowania i konstrukcji złożonych procesów analizy danych z wykorzystaniem komercyjnych platform analitycznych. Szczególną uwagę przedmiot poświęca metodom wstępnego przetwarzania danych oraz konfiguracji złożonych procesów wstępnego przetwarzania danych i konstrukcji modeli np. predykcyjnych z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego w środowiskach firmy SAS.  <b>Course objective:</b> <i>The aim of this course is to familiarize students with the professional data analysis software and learn best practices for developing advanced analytics solutions. During the Labs students will learn how to use SAS Enterprise Guide and SAS Enterprise Miner to design, test and deploy complex analytical</i>

	<i>pipelines. The course covers data preparation such as accessing, loading, cleaning and structuring for the purposes of analysis and reporting. Development and diagnostics of predictive models and machine learning projects.</i>	
Efekty kształcenia <b>Learning outcomes</b>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <b>Type of classes and hours of instruction per week</b>	Wykład / <b>Lecture</b>	15
	Ćwiczenia / <b>Tutorial</b>	0
	Laboratorium / <b>Laboratory</b>	30
	Projekt / <b>Project classes</b>	0
Treści kształcenia <b>Course content</b>	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wstępne przetwarzanie danych: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ rola eksploracyjnej analizy danych w doborze metod wstępnego przetwarzania danych</li> <li>○ rodzaje braków w danych i sposoby ich uzupełniania,</li> <li>○ wstęp do metod redukcji wymiarowości i ich roli w przygotowaniu danych,</li> <li>○ wybrane metody selekcji przykładów (ang. instance selection),</li> <li>○ wpływ wstępnego przetwarzania danych na wyniki modelowania na przykładzie zagadnień klasyfikacji i regresji.</li> </ul> </li> <li>• wybrane aspekty wykorzystania metod uczenia maszynowego w projektach informatycznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ przegląd technik data mining z punktu widzenia m.in. interpretowalności modeli,</li> <li>○ metody oceny modeli uczenia maszynowego,</li> <li>○ wstęp do organizacji projektów informatycznych na przykładzie wybranych standardów zarządzania projektami,</li> <li>○ wykorzystanie uczenia maszynowego w projektach wdrożeniowych, w tym metodyka CRISP-DM.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Lecture:</b> <i>The course covers selected aspects of preparatory data processing and application of machine learning methods in IT solutions.</i></p> <p><b>Data preparation:</b> <i>The course explain the role EDA (Exploratory Data Analysis) plays in choosing the appropriate algorithms and methods for data preparation. Next different types of missing data values are explained and selection of missing value replacement algorithms are discussed. As the large number of data attributes become more often available, the need to apply dimension reduction techniques arises. The course covers introduction to dimensionality reduction and its impact on the model development process. Last but not least instance selection algorithms are presented and their applications. Practical examples for real-world classification and regression problems will be presented.</i></p> <p><b>Aspects of machine learning applications in IT:</b> <i>Data mining and machine learning models display considerable variation in effort needed to understand internal model structure in order to gather knowledge from the data. The second part of this lecture starts with the review of data mining techniques from the model interpretation perspective. Selected methods for model quality assessment will be presented. Proportion of data mining tasks and projects is growing in the portfolio of IT projects and they require adequate project organization. The course covers elements of the project management methodologies and standards and explains CRISP-DM methodology used for implementation of machine learning projects.</i></p> <p>Laboratorium: (Labs.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Podstawowe funkcjonalności SAS Enterprise Guide i SAS EM:</b> Tworzenie projektu. Konfigurowanie bibliotek, połączeń do serwerów baz danych. Podstawowe obiekty w SAS EM: diagramy przetwarzania, węzły, zbiory danych, programy SAS 4GL, wyniki, logi. Konfiguracja połączeń między węzłami SAS EG/EM. Inspekcja metadanych</li> </ol>	



obiektów. Konfiguracja potoków przetwarzania danych: importowanie, filtrowanie, łączenie, dodawanie zmiennych, agregacja, podział, próbkowanie, export.

*Introduction to the SAS Enterprise Guide and SAS EM. Creation and setup of new project. Configuration of libraries, database server connections. Main building blocks of data processing diagrams, nodes, datasets, SAS 4GL scripts, results, and diagnostic information (logs). Connecting SAS EG/EM nodes. Reviewing nodes metadata. Configuration of simple data processing pipelines including data loading (import), data filtering and joining, adding new data elements (calculated variables), data aggregation, segregation sampling and export.*

2. **Eksploracyjna Analiza Danych z elementami analizy jakości danych.** Statystyki zbiorcze danych. Konfiguracja zmiennej zależnej. Analiza rozkładu zmiennych kategoriycznych i ciągłych. Wykrywanie niespójności i błędów w danych. Identyfikacja wartości brakujących, zmiennych stałych. Identyfikacja i analiza wartości odstających (outlier analysis). Analiza stabilności zmiennych w czasie. Analiza zależności zmiennych. Wnioski i wybór metod transformacji zmiennych.

*Exploratory Data Analysis and data quality essentials  
Setting up data for analysis. Configuration of dependent variable. Gathering descriptive statistics. Statistical distribution analysis. Detection of data issues and inconsistencies. Identification of missing values, constant attributes and performing outlier analysis. Stability of attributes over time. Correlation analysis. Conclusions and selection of best data transformations suitable for specific DM task.*

3. **Budowanie potoku transformacji zmiennych.** Uzupełnianie wartości brakujących. Transformacje stabilizujące wariancję: standaryzacja i normalizacja. Kategoryzacja, binaryzacja zmiennych. Czyszczenie danych, tworzenie słowników zmiennych kategoriycznych. Redukcja wymiaru danych, analiza PCA.

*Development of variables transformation pipelines.  
Design and configuration of data transformation pipeline. Application of variance stabilizing transformation, normalization, attributes categorization and binarization. Data cleaning, creating dictionaries for categorical attributes, dimensionality reduction and PCA analysis.*

4. **Projektowanie i konfiguracja potoków pre-selekcji zmiennych.** Kryteria odrzucenia zmiennych. Analiza korelacji zmiennej zależnej. Grupowanie zmiennych skorelowanych i selekcja zmiennych w modelach segmentacji. Wykorzystanie drzew decyzyjnych w procesie pre-selekcji zmiennych.

*Design and configuration of variables pre-selection pipelines  
Criteria for attributes rejection. Correlation analysis of target variable. Identification of blocks of correlated attributes and selection methods for clustering models. Application of decision trees for variables pre-selection.*

5. **Konfiguracja potoku estymacji modelu (cz.1)** Konfiguracja modelu regresji logistycznej. Automatyczne metody selekcji zmiennych w modelu regresji. Analiza istotności zmiennych. Analiza jakości pojedynczego modelu. Konfiguracja modelu alternatywnego.

	<p>Porównanie modeli i wybór modelu końcowego.</p> <p><i>Configuration of model estimation pipelines. Working example of model estimation pipeline for logistic regression. Automatic attributes selection for the model. Attributes importance analysis and basic model quality and performance measures. Configuration and estimation of the alternative model. Models comparison and selection of final model.</i></p> <p>6. <b>Konfiguracja potoku estymacji modelu (cz.2)</b> Modele klasyfikacji z wykorzystaniem drzew decyzyjnych. Wybór parametrów rozbudowy drzewa. Testowanie i stabilność drzewa. Iteracyjne modelowanie i wybór optymalnego drzewa.</p> <p><i>Configuration of model estimation pipelines (II) Working example of decision tree model. Selection of tree growth and pruning parameters. Testing stability of the final model. Iterative approach and selection of final tree mode.</i></p> <p>7. <b>Konfiguracja potoku oceny jakości modelu.</b> Moc predykcyjna modelu. Analiza krzywej LIFT, ROC, CAP, macierz klasyfikacji. Wykresy wartości prognozowanych i reszt z modelu. Stabilność modelu i stabilność populacji.</p> <p><i>Configuration of model quality assessment pipelines Model predictive power measures. Diagnostic plots of LIFT, ROC and CAP curves. MSE, RMSE, R-square and analysis of residual values. Stability of model and population stability index.</i></p> <p>8. <b>Modułowa struktura procesu DM.</b> Łączenie potoków w dużych projektach analitycznych. Projektowanie interface-ów. Wielokrotne wykorzystanie komponentów. Grupowanie potoków. Powtarzalność procesu DM. Automatyczna dokumentacja procesu analitycznego.</p> <p><i>Modular structure of DM processes Connecting data processing pipelines for large analytical projects. Designing interfaces. Pipelines as components and reuse of common building blocks. Grouping of data processing diagrams. Sustainability of DM process, automatic documentation of model development process.</i></p> <p>9. <b>Wdrażanie i monitorowanie wybranych modeli w środowisku produkcyjnym.</b> Export finalnego modelu. Minimalne wymagania dokumentacji modeli (parametry modelu, dane uczące i testowe, wyniki modelu) Tworzenie kodu skoringowego. Testowanie.</p> <p><b>Implementation and ongoing monitoring of models in the production environment. Export of final model. Minimal documentation requirements (model parameters, train and test data, model results) Development of model scoring code. Testing scenarios, test cases, and testing strategies.</b></p>
<p>Metody dydaktyczne</p> <p><i>Teaching methods</i></p>	<p>Wykład: Wykład informacyjny Laboratorium: Samodzielna realizacja zadań, studium przypadku</p> <p><i>Lecture: Information lecture Laboratory: Self-realization of tasks, case study</i></p>
<p>Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia</p> <p><i>Assessment methods and regulations</i></p>	<p>Zaliczenie przedmiotu oparte jest o wyniki realizacji 2-3 zadań punktowanych w trakcie laboratorium oraz jednego kolokwium realizowanego w trakcie wykładu (łącznie 100%). Maksymalna liczba dostępnych punktów wynosi 100. Wyniki oceny kolejnych zadań punktowanych są ogłaszane w systemie USOS lub</p>

	<p>rozsyłane do uczestników drogą mailową.</p> <p>Ocena końcowa zależy od łącznej liczby punktów uzyskanych z zadań punktowanych oraz kolokwium końcowego i jest wyznaczana zgodnie z poniższymi regułami: 0-50 pkt – 2.0, 51-60 pkt – 3.0, 61-70 pkt – 3.5, 71-80 pkt – 4.0, 81-90 pkt – 4.5, 91-100 pkt – 5.0.</p> <p>Do uzyskania pozytywnej oceny końcowej konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z każdego z zadań punktowanych.</p> <p><b>Module completion is based on student scores from 2-3 graded labs and 1 test carried during the lecture hours. Each student may get up to 100 pts. Individual scores are published online in USOS or sent by e-mail to all participants. Final grade depends on the total number of points scored during each of graded labs and is determined by the following rules: 0-50 pts – 2.0, 51-60 pts – 3.0, 61-70 pts – 3.5, 71-80 pts – 4.0, 81-90 pts – 4.5, 91-100 pts – 5.0.</b></p> <p><b>In order to pass the module successfully it is required to score at least 50% from each of the graded labs.</b></p>
Metody sprawdzania efektów kształcenia <b>Learning outcomes verification methods</b>	<p>Patrz TABELA 1.</p> <p><b>Table 1.</b></p>
Egzamin <b>Examination</b>	<p>Nie</p> <p><b>No</b></p>
Literatura i oprogramowanie <b>Bibliography and software</b>	<p>Literatura:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flach Peter, Machine Learning, Cambridge University Press, 2012</li> <li>2. Provost, Foster, Facett, Tom, Data Science for Business. What you need to know about data mining and data-analytic thinking, O'Reilly, 2013</li> <li>3. Sarma, S. K., Predictive Modeling with SAS® Enterprise Miner™: Practical Solutions for Business Applications, Third Edition, SAS Institute, 2017</li> <li>4. Witten, Ian, Frank Eibe, Hall, Mark, Data Mining. Practical Machine Learning Tools and Techniques, wyd. III, Morgan Kaufman, 2013</li> <li>5. Verleysen, Michel, Lee, John, Nonlinear Dimensionality Reduction, Springer, 2007</li> </ol> <p>Oprogramowanie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wybrane pakiety komercyjne, w tym SAS Enterprise Miner oraz SAS Enterprise Guide</li> </ul>
Witryna www przedmiotu <b>Course homepage</b>	e.mini.pw.edu.pl
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <b>Number of ECTS credit points</b>	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia: <b>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 50 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 15 h</li> <li>b) obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>c) konsultacje – 5 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 45 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zapoznanie się z literaturą – 15 h</li> <li>d) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h</li> </ol> </li> </ol> <p>Razem 95 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <b>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 15 h</li> <li>2. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>3. konsultacje – 5 h</li> </ol> <p>Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	1. obecność na laboratoriach – 30 h 2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 30 h Razem 60 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / **TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty kształcenia i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów kształcenia dla kierunku Inżynieria i Analiza Danych

Efekty kształcenia dla modułu	OPIS EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK <sup>1)</sup>	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Zna kluczowe zagadnienia wstępnego przetworzenia danych i ich rolę w projektach wykorzystujących metody uczenia maszynowego, jak również rolę aspektów projektowych w doborze rozwiązań technicznych i wybrane zagadnienia zarządzania projektem  <i>Knows key aspects of preparatory data processing and their role in projects utilizing machine learning methods. Knows how to select most suitable technical solution from the project perspective and has knowledge about key project management topics.</i>	II.T.P7S_WG	
W02	Zna wybrane środowiska komercyjne stosowane w procesie przetwarzania danych i konstrukcji rozwiązań analitycznych bazujących na metodach uczenia maszynowego  <i>Knows selection of commercial professional environments used for data processing and development of analytical solutions utilizing machine learning methods.</i>	II.T.P7S_WG	
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Umie korzystać z wybranych komercyjnych środowisk analizy danych  <i>Is able to use selected commercial environments for data analysis.</i>	II.T.P7S_UW. 1	
U02	Potrafi zaprojektować i zdefiniować potok transformacji i selekcji zmiennych oraz potok estymacji i oceny modeli.  <i>Is able to design and define data transformation, attributes selection, model estimation and model quality assessment pipelines.</i>	II.T.P7S_UW. 4	

U03	Umie dobrać techniki modelowania i zaprojektować potoki przetwarzania i analizy danych z uwzględnieniem wymagań projektu informatycznego oraz wzorców wypracowanych dla projektów wykorzystujących metody data mining  <i>Is able to choose suitable data modeling techniques and design corresponding data processing and analytical pipelines given IT project requirements and apply design patterns specific to data mining projects.</i>	II.T.P7S_UW. 2 II.T.P7S_UW. 4	
U04	Potrafi zdefiniować proces złożonej analizy danych, uwzględniający zagadnienia takie jak wstępne przetworzenie danych, w tym selekcja zmiennych, budowę różnych modeli, ich ocenę oraz wykorzystanie zaawansowanych technik takich jak zespoły modeli.  <i>Is able to define process for complex data analysis problems including data preparation, variable selection, estimation of candidate models, assessment of model performance and apply advanced solutions i.e. model aggregation.</i>	II.T.P7S_UW. 4	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Potrafi przedstawić interpretację uzyskanych wyników w sposób czytelny dla ekspertów i osób nie będących ekspertami w dziedzinie analizy danych i w ten sposób udostępniać rozwiązania wartościowe dla odbiorców analiz  <i>Is able to present clearly interpretation of the machine learning model results to broad audience including subject matter experts as well as non-experts and share value adding solutions with stakeholders.</i>	I.P7S_KO	
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów kształcenia <b>Types of classes and learning outcomes verification methods</b>			
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	
W01	Wykład	Kolokwium	
W02, U01-U04, K01	Laboratorium	Zadania punktowane	

<b>Opis przedmiotu / Course description</b>	
<b>11. NARZĘDZIA SAS</b>	
Kod przedmiotu <i>Course code</i>	1120-MA000-NSP-0526
Nazwa przedmiotu (pl) <i>Course title (Polish)</i>	Narzędzia SAS
Nazwa przedmiotu (ang.) <i>Course title (English)</i>	SAS Tools
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / The location of the course in the system of studies</b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia drugiego stopnia <i>MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Inżynieria i Analiza Danych, Matematyka <i>Data Science, Mathematics</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>

Specjalność <i>Specialisation</i>	-	
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinator</i>	Dr Bartosz Jabłoński, bartosz.jablonski@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Bartosz Jabłoński, bartosz.jablonski@mini.pw.edu.pl Laboratoria: Dr inż. Maciej Bartoszek, maciej.bartoszek@mini.pw.edu.pl	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe <i>Data Science</i>	
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Intermediate</i>	
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>	
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>	
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>	
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	2 lub 4 <i>2 or 4</i>	
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	2	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester</i>	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Przetwarzanie danych w systemie SAS <i>Data Management in the SAS System</i>	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 2 <i>Number of groups: 2</i>	
<b>C. Efekty kształcenia i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	<p>Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi narzędziami SAS, służącymi analizie danych. W szczególności poruszona zostanie tematyka zaawansowanych technik programistycznych w SAS Base, a także przegląd wybranych modułów SAS-a, służących generowaniu raportów, tworzeniu modeli i ogólnemu przetwarzaniu danych.</p> <p><i>Course objective:</i> <i>The aim of the course is to teach students about advanced SAS tools used in data analysis. In particular, advanced programming techniques for Base SAS software will be presented, including, but not limited to, reporting, building data models and efficient data processing.</i></p>	
Efekty kształcenia <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1</i>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	0
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	30
	Projekt / <i>Project classes</i>	0

<p>Treści kształcenia <i>Course content</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efektywne wykorzystywanie makr, makrozmiennych i plików (filename statement) w automatyzacji przetwarzania danych.</li> <li>2. Efektywne wykorzystywanie zasobów przy przetwarzaniu danych: metody ograniczenia zużycia pamięci, metody zwiększenia szybkości przetwarzania</li> <li>3. Indeksy - tworzenie i usuwanie; wykorzystanie: instrukcja WHERE, instrukcja BY, opcja KEY</li> <li>4. Integrity constraints – budowa i walidacja modelu danych.</li> <li>5. Procedura FCMP - tworzenie własnych funkcji i call routines użytkownika; wykorzystanie tablic; komunikacja z makrami</li> <li>6. Hashowanie jako metoda przeszukiwania tablic w pamięci; tworzenie i wykorzystanie obiektów HASH i HITER</li> <li>7. Raportowanie: przegląd procedur raportujących (m.in. TABULATE, REPORT, SGPLOT); eksport za pomocą instrukcji ODS (Output Delivery System)</li> <li>8. Procedura DS2 - wprowadzenie do programowania w języku DS2</li> <li>9. Praca z różnymi interfejsami SAS, optymalizacja pracy w środowisku programistycznym, praca w środowisku klient-serwer</li> <li>10. Zrównoleglanie przetwarzania danych (w tym, z użyciem modułu CONNECT i SPDE).</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Effective use of macros, macrovariables, and files (filename statement) in automated data processing.</i></li> <li>2. <i>Effective use of resources during data processing: methods for improving memory use, methods for increasing processing speed.</i></li> <li>3. <i>Indexes – creating and removing, use with WHERE statement, BY statement and KEY option.</i></li> <li>4. <i>Integrity constraints – development and validation of data models.</i></li> <li>5. <i>FCMP procedure – developing user written functions and call routines, interaction with arrays and macros.</i></li> <li>6. <i>Using hash tables – in memory data processing, HASH and HITER objects.</i></li> <li>7. <i>Reporting: procedures TABULATE, REPORT and SGPLOT, exporting data with ODS.</i></li> <li>8. <i>Introduction to Procedure DS2.</i></li> <li>9. <i>Working with different SAS interfaces, optimization of IDE environment, work in client-server environment.</i></li> <li>10. <i>Parallelization of data processing (including CONNECT module and SPD Engine).</i></li> </ol>
<p>Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i></p>	<p>Wykład: Wykład informacyjny Laboratorium: Samodzielna realizacja zadań, studium przypadku <b>Lecture: Information lecture</b> <b>Laboratory: Self-realization of tasks, case study</b></p>
<p>Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i></p>	<p>Kolokwium, w ciągu semestru 10 zadań rozwiązywanych w trakcie laboratoriów, projekt zespołowy. Za całość przedmiotu można zdobyć razem 100 punktów, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 punktów za zadania</li> <li>- 30 punktów za kolokwium</li> <li>- 45 punktów za projekt</li> <li>- 5 punktów za aktywność na zajęciach</li> </ul> <p>Ocena będzie wystawiana zgodnie z następującym przelicznikiem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>[0-50) p. – 2.0</li> <li>[50-60) p. – 3.0</li> <li>[60-70) p. – 3.5</li> <li>[70-80) p. – 4.0</li> <li>[80-90) p. – 4.5</li> <li>[90-100] p. – 5.0</li> </ul> <p><b>One test during semester, 10 laboratory tasks to solve during classes, team project. Student can score up to 100 points during the semester, including:</b></p>

	<p><b>-20 points for laboratory tasks</b>  <b>-30 points for the test</b>  <b>-45 points for group project</b>  <b>-5 active work during lectures and laboratories</b></p> <p><b>Final marks will be presented according to the following rules:</b>  <b>[0-50) p. – 2.0</b>  <b>[50-60) p. – 3.0</b>  <b>[60-70) p. – 3.5</b>  <b>[70-80) p. – 4.0</b>  <b>[80-90) p. – 4.5</b>  <b>[90-100] p. – 5.0</b></p>
Metody sprawdzania efektów kształcenia <b>Learning outcomes verification methods</b>	Patrz TABELA 1.  <b>Table 1</b>
Egzamin <b>Examination</b>	Nie <b>No</b>
Literatura i oprogramowanie <b>Bibliography and software</b>	1. Materiały szkoleniowe SAS: <a href="http://www.sas.com">www.sas.com</a> 2. Dokumentacja SAS-a: <a href="http://support.sas.com/documentation/">http://support.sas.com/documentation/</a>
Witryna www przedmiotu <b>Course homepage</b>	<a href="http://www.mini.pw.edu.pl/~bjablons/">http://www.mini.pw.edu.pl/~bjablons/</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS <b>Number of ECTS credit points</b>	5
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia: <b>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</b>	<p>1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym  a) obecność na wykładach – 30 h  b) obecność na laboratoriach – 30 h  c) konsultacje – 5 h</p> <p>2. praca własna studenta – 60 h; w tym  a) przygotowanie do laboratoriów i do kolokwii – 20 h  b) wykonanie projektu – 30 h  c) zapoznanie się z literaturą – 10 h</p> <p>Razem 125 h, co odpowiada <b>5</b> pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:  <b>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</b>	<p>a) obecność na wykładach – 30 h  b) obecność na laboratoriach – 30 h  c) konsultacje – 5 h</p> <p>Razem 65 h, co odpowiada <b>2</b> pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <b>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</b>	<p>a) obecność na laboratoriach – 30 h  b) przygotowanie do laboratoriów i do kolokwii – 20 h  c) wykonanie projektu – 30 h</p> <p>Razem 80 h, co odpowiada <b>3</b> pkt. ECTS</p>
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <b>Remarks</b>	Uwagi <b>Remarks</b>



TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / **TABLE 1. LEARNING OUTCOMES**

1. Efekty kształcenia i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów kształcenia dla kierunku Inżynieria i Analiza Danych, Matematyka			
Efekty kształcenia dla modułu	OPIS EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Inżynieria i Analiza Danych</i> <i>Matematyka</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów kształcenia dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą modeli analitycznych, probabilistycznych, algebraicznych.  <i>Has a detailed knowledge about analytical, probabilistic and algebraic models.</i>	P7S_WG	M2_W01
W02	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań badawczych w zakresie modelowania matematycznego.  <i>Has basic knowledge about research setup in mathematical modelling.</i>	P7S_WG	M2_W02
<b>UMIEJĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.  <i>Is able to decide further learning directions and is capable of self-learning.</i>	P7S_UW	M2_U02
U02	Swobodnie posługuje się pakietami obliczeniowymi i programami do obróbki i analizy danych w zagadnieniach ubezpieczeniowych i finansowych.  <i>Can use statistical and analytical software in financial and insurance topics.</i>	P7S_UW	MUF_U04
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Zna społeczne aspekty praktycznego stosowania narzędzi SAS i związanej z tym odpowiedzialności.  <i>Knows social aspects of practical usage of SAS tools and responsibility related to it.</i>		M2_K01
K02	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.  <i>Understands life-long learning need, is able to organize and inspire learning process for other people.</i>		SMAD_K03
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów kształcenia <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
Zamierzone efekty <i>Expected learning outcomes</i>	Forma zajęć <b>Type of classes</b>	Sposób weryfikacji <b>Verification method</b>	
W01-02, U01-02	Wykład <i>Lecture</i>	Kolokwium <i>written test</i>	
W01-02 U01-02	Laboratorium <i>Laboratory</i>	Zadania punktowane <i>graded project tasks</i>	

Opis przedmiotu	
<b>12. WSTĘP DO MATEMATYKI FINANSOWEJ</b>	
Kod przedmiotu (USOS)	nowy
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wstęp do matematyki finansowej

Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introduction to Financial Mathematics	
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>		
Poziom kształcenia	Studia pierwszego stopnia	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne	
Kierunek studiów (dedykowany)	Inżynieria i Analiza Danych	
Kierunek studiów	-	
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki	
Specjalność	-	
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych	
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych	
Koordinator przedmiotu	Dr Bartosz Kołodziejek	
Osoby prowadzące zajęcia	Dr Bartosz Kołodziejek	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów	Obieralne	
Status przedmiotu	Obieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semester nominalny	6	
Minimalny numer semestru	6	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Rachunek Prawdopodobieństwa, Procesy Stochastyczne	
Limit liczby studentów	Liczba grup: 1 ćwiczeniowa, 2 laboratoryjne Ćwiczenia – 30 osób / grupa Laboratoria – 15 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Przedstawienie podstawowych pojęć z zakresu matematyki finansowej. Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami wyceny.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	15
	Projekt	0
Treści kształcenia	<p>Wykład, ćwiczenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zasady działania rynków finansowych instrumentów pochodnych – podstawowe pojęcia (opcje, kontrakty terminowe). Problemy wyceny.</li> <li>2. Rynek jednookresowy. Pojęcia ceny, wypłaty, arbitrażu, replikacji.</li> <li>3. Rynek skończony. Pojęcie miary martyngałowej. Rynek zupełny.</li> <li>4. Rynek futures.</li> <li>5. Rynek z czasem ciągłym. Model Blacka-Scholesa. Wycena opcji europejskich, amerykańskich i niektórych egzotycznych.</li> <li>6. Metody Monte-Carlo. Wycena wypłat europejskich i egzotycznych. Metody redukcji wariancji.</li> </ol> <p>Laboratoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metody Monte-Carlo oraz metody redukcji wariancji.</li> <li>2. Generowanie trajektorii procesów stochastycznych.</li> <li>3. Metody redukcji wariancji w Monte-Carlo.</li> </ol>	

	4. Wyceny wypłat europejskich i egzotycznych.
Metody dydaktyczne	Wykład + ćwiczenia + laboratoria
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	Zaliczenie na podstawie dwóch kolokwii (w 8 i 15 tygodniu) oraz prac domowych w ramach laboratoriów. Pierwsze kolokwium oceniane jest w skali od 0 do 50pkt, drugie od 0 do 30pkt. Za prace domowe można uzyskać 20pkt. Student może dodatkowo uzyskać punkty za aktywność na ćwiczeniach i laboratoriach.  Do zaliczenia liczy się suma punktów z obu kolokwii oraz z aktywności: od 51pkt – 3,0 od 61pkt – 3,5 od 71pkt – 4,0 od 81pkt – 4,5 od 91pkt – 5,0
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.
Egzamin	Nie
Literatura i oprogramowanie	1. <i>Modelowanie rynków finansowych</i> . Jacek Jakubowski, Script, 2006.
Witryna www przedmiotu	
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) obecność na laboratoriach – 15h d) konsultacje – 5 h 2. praca własna studenta – 40 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 10 h b) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwii – 15 h c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 15 h Razem 105 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. obecność na laboratoriach – 15h 4. konsultacje – 5 h Razem 65 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:	1. obecność na laboratoriach – 15 h 2. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 15 h Razem 30 h, co odpowiada 1 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	W pierwszych 7 tygodniach odbywają się standardowe ćwiczenia po 2h w tygodniu. W tygodniach od 8 do 15 ćwiczenia są zastąpione przez zajęcia laboratoryjne, również po 2h tygodniowo.

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I stopnia na kierunku <i>Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
-------------------------------	---	--	--

WIEDZA			
W01	Rozumie pojęcia braku arbitrażu, ceny arbitrażowej. Zna podstawowe strategie wycen.	P6S_WG	DS_W01
W02	Zna model Blacka Scholesa	P6S_WG	DS_W01
W03	Zna metody redukcji wariancji w metodach Monte Carlo.	P6S_WG	DS_W06
UMIEJĘTNOŚCI			
U01	Potrafi wycenić instrumenty finansowe i wyznaczać strategie replikujące w modelach rynków skończonych.	P6S_UW	DS_U01
U02	Potrafi wycenić wypłaty w modelu Blacka-Scholes'a.	P6S_UW	DS_U01
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	P6S_KK	DS_K01
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	
W01, W02, W03	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy	
U01, U02	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy	
K01	Wykład, ćwiczenia	Kolokwia, rozwiązywanie zadań przy tablicy	

Opis przedmiotu	
<b>PRZETWARZANIE DANYCH W SYSTEMIE SAS</b>	
Kod przedmiotu (USOS)	1120-IN000-ISP-0606
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Przetwarzanie danych w systemie SAS
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Data management in the SAS system
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>	
Poziom kształcenia	Studia pierwszego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne
Kierunek studiów (dedykowany)	Informatyka i Systemy Informacyjne
Inne kierunki studiów	Inżynieria i Analiza Danych, Matematyka
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki
Specjalność	-
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Koordinator przedmiotu	Dr hab. Wojciech Matysiak Zakład RPiSM, W.Matysiak@mini.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia	Dr Kamil Szpojankowski K.Szpojankowski@mini.pw.edu.pl
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>	
Blok przedmiotów	Kierunkowe
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany
Grupa przedmiotów	Obieralne
Status przedmiotu	Obieralny
Język prowadzenia zajęć	Polski
Semestr nominalny	6

Minimalny numer semestru	6	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Bazy danych	
Limit liczby studentów	Liczba grup: Laboratoria – 12 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z pakietem SAS, służącym analizie danych. W szczególności poruszona zostanie tematyka technik programistycznych w SAS Base, a także przegląd wybranych modułów SAS-a, służących ogólnemu przetwarzaniu danych.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Treści kształcenia	<p>Wykład:</p> <p>Podstawowe informacje o systemie SAS; charakterystyka najważniejszych modułów. Bazy danych w systemie SAS, biblioteki i zbiory, katalogi i obiekty katalogowe.</p> <p>Język 4GL: kroki DATA i PROC w programach SASowych, pętla główna, zmienne i ich atrybuty, wyrażenia i operatory języka, struktury sterujące. Krótka informacja nt. możliwości stosowania języka SQL w Systemie SAS.</p> <p>Wejście i wyjście w systemie SAS: odczyt i zapis zbiorów SASowych, komunikacja ze środowiskiem MS Office, odczyt i zapis plików tekstowych.</p> <p>Przetwarzanie zbiorów danych: sortowanie i indeksowanie, przetwarzanie w grupach, transpozycja, łączenie.</p> <p>Raportowanie z użyciem procedur TABULATE i REPORT</p> <p>Formaty i informaty; procedura FORMAT.</p> <p>Makroprogramowanie.</p> <p>Procedura FCMP - tworzenie własnych funkcji i call routines użytkownika; wykorzystanie tablic; komunikacja z makrami.</p> <p>HASH TABLICE jako metoda przyspieszająca przetwarzanie.</p> <p>Grafika w systemie SAS. SAS Enterprise Guide - tworzenie projektów; wykorzystanie interfejsu SAS EG do przetwarzania danych i generowania raportów.</p> <p>Laboratorium:</p> <p>W trakcie zajęć laboratoryjnych będzie realizowany program z wykładu.</p>	
Metody dydaktyczne	<p>Wykład:</p> <p>Wykład informacyjny</p> <p>Laboratorium:</p> <p>Samodzielne rozwiązywanie zadań w laboratorium</p>	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	<p>Aby zaliczyć przedmiot, należy zdobyć w ciągu semestru ściśle więcej niż 50 punktów ze 100 możliwych do uzyskania. Można to zrobić poprzez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– systematyczne wykonywanie zadań laboratoryjnych,</li> <li>– pisanie kartkówek,</li> <li>– pisanie kolokwiów,</li> <li>– aktywne uczestnictwo w zajęciach.</li> </ul> <p>Zadania laboratoryjne, których treści będą wręczane na początku każdego z zajęć, należy wykonywać i rozwiązania terminowo przysyłać prowadzącym. W trakcie (prawie) każdego z zajęć prowadzący będą rozmawiać z kilkoma uprzednio wybranymi osobami na temat przesłanych rozwiązań i oceniali je. Za rozwiązania zadań laboratoryjnych można uzyskać w sumie 15 punktów. Przesłanie jako swoich wyników cudzej pracy karane będzie obniżeniem oceny końcowej o pół stopnia. Osoby, które nie przesyłały</p>	

	<p>rozwiązań oraz osoby wybrane do rozmowy i nieobecne na danych zajęciach, otrzymują zero punktów bez możliwości odzyskania ich w innym terminie.</p> <p>Na początku (prawie) każdych zajęć odbywać się będą krótkie kartkówki, tzw. wejściówki (bez użycia komputera i notatek), których celem jest sprawdzenie wiadomości wyniesionych z poprzedniego wykładu. Za kartkówki można uzyskać w sumie 20 punktów. Osoby nieobecne lub spóźniające się na zajęcia nie mają możliwości pisania kartkówki w innym terminie.</p> <p>W semestrze odbędą się dwa kolokwia (polegające na rozwiązywaniu zadań przy komputerze, bez notatek, z możliwością korzystania z dokumentacji SASOnlineDoc), na 7 i 15 zajęciach. Zadania na kolokwiah będą w dużym stopniu oparte na zadaniach laboratoryjnych (może się zdarzyć, że będą to zadania laboratoryjne ze zmienionymi danymi wejściowymi). Każde kolokwium będzie obejmowało materiał od początku semestru do poprzedzających je zajęć łącznie. Za pierwsze kolokwium można będzie uzyskać 20, a za drugie 40 punktów, zatem za kolokwia można uzyskać w sumie 60 punktów.</p> <p>Przewidziana jest pula 5 punktów do rozdysponowania przez prowadzących dla osób szczególnie aktywnie uczestniczących w zajęciach.</p> <p>Końcowe oceny będą wystawiane według następującej zasady: przedział punktowy [95,100] – ocena 5.0, [85,95] – 4.5, [75,85] – 4.0, [65,75] – 3.5, [50,65] – 3.0, [0,50] – 2.0.</p>
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.
Egzamin	Nie
Literatura i oprogramowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiały szkoleniowe SAS: <a href="http://www.sas.com">http://www.sas.com</a></li> <li>2. Dokumentacja SAS-a: <a href="http://support.sas.com/documentation/">http://support.sas.com/documentation/</a></li> <li>3. L.D. Delwiche, S.J. Slaughter, The Little SAS Book.</li> <li>4. Carpenter's Guide to Innovative SAS Techniques, Art Carpenter.</li> </ol>
Witryna www przedmiotu	<a href="http://www.mini.pw.edu.pl/~bjablons/">http://www.mini.pw.edu.pl/~bjablons/</a>
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 30 h</li> <li>b) obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>c) konsultacje – 5 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 50 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zapoznanie się z literaturą – 5 h</li> <li>b) rozwiązywanie zadań domowych – 30 h</li> <li>c) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 15 h</li> </ol> </li> </ol> <p>Razem 115 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 30 h</li> <li>2. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>3. konsultacje – 5 h</li> </ol> <p>Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>2. rozwiązywanie zadań domowych – 30 h</li> <li>3. przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 15 h</li> </ol> <p>Razem 75 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS</p>
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE			
1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych			
Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA</b>			
W01	Ma wiedzę na temat budowy i podstaw użytkowania systemu SAS	I.P6S_WG	K_W06, K_W10, DS_W12, DS_W14
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>			
U01	Umie pisać wydajne programy w 4GL i umie korzystać z mechanizmu makr	I.P6S_UW	K_U11, DS_U13
U02	Umie korzystać z SQL w SAS	I.P6S_UW	K_U11, K_U20, DS_U13
U03	Umie korzystać z funkcji graficznych i statystycznych w SAS	I.P6S_UW	K_U09, DS_U13, DS_U04
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	Rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe	I.P6S_KK	K_K01, DS_K01
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	
W01, U01, U02, K01	wykład	wejściówki, kolokwia, prace domowe	
U03	laboratorium	wejściówki, prace domowe, kolokwia	

Opis przedmiotu / <i>Course description</i>	
<b>15. MATEMATYKA DYSKRETNA 3</b>	
Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Matematyka Dyskretna 3
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Discrete Mathematics 3
A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów	IAD

<i>Field of study</i>	<i>Data Science</i>	
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>	
Specjalność <i>Specialisation</i>	-	
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>	
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	Dr Paweł Naroski	
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Dr Paweł Naroski	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>		
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne <i>Electives</i>	
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>	
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski	
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	Semestr 4, 6 (studia I stopnia), semestr 2, 4 (studia II stopnia)	
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	2	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Matematyka Dyskretna, Elementy Logiki i Teorii Mnogości	
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: bez ograniczeń Ćwiczenia – 30 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>		
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Celem przedmiotu jest zaprezentowanie szerokiego spektrum klasycznych wyników kombinatorycznych oraz współczesnych trendów w tej dziedzinie matematyki i informatyki teoretycznej.	
Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	30
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	0
	Projekt / <i>Project classes</i>	0
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<b>Wykład:</b> Kombinatoryka zbiorów uporządkowanych (twierdzenie Dilwortha). Teoria wyboru społecznego (twierdzenie Arrowa). Matroidy (algorytmy zachłanne, twierdzenie Edmonsa). Grafy skierowane (turnieje, Twierdzenie Eulera, Twierdzenie Diraca. ciągi de Bruijna). Twierdzenie	



	<p>Tutte'a o 1-faktorze. Twierdzenie Bondyego-Chvátala. Lemat Burnside'a,  Twierdzenie Pólyi. Metody probabilistyczne w kombinatoryce. Konfiguracje kombinatoryczne. Geometrie skończone. Elementy ekstremalnej teorii zbiorów (Twierdzenie Turána, Twierdzenie Spernera. Twierdzenie Erdősa-Ko-Rado).</p> <p><b>Ćwiczenia:</b> Kombinatoryka zbiorów uporządkowanych (twierdzenie Dilwortha). Teoria wyboru społecznego (twierdzenie Arrowa). Matroidy (algorytmy zachłanne, twierdzenie Edmondsa). Grafy skierowane (turnieje, Twierdzenie Eulera, Twierdzenie Diraca. ciągi de Bruijna). Twierdzenie Tutte'a o 1-faktorze. Twierdzenie Bondyego-Chvátala. Lemat Burnside'a,  Twierdzenie Pólyi. Metody probabilistyczne w kombinatoryce. Konfiguracje kombinatoryczne. Geometrie skończone. Elementy ekstremalnej teorii zbiorów (Twierdzenie Turána, Twierdzenie Spernera. Twierdzenie Erdősa-Ko-Rado).</p>
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Wykłady będą na poły informacyjne, a na poły problemowe. Ćwiczenia będą odbywać się w formie dyskusji i burzy mózgów, choć nie zabraknie również samodzielnego rozwiązywania zadań.
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Na każdym ćwiczeniu opublikowana zostanie lista zadań dotyczących materiału omawianego na ostatnim wykładzie. Za każde rozwiązane na zajęciach zadanie student otrzyma od jednego do sześciu punktów w zależności od jego trudności. Nierozwiązane w czasie ćwiczeń zadania stają się pracą domową wartą połowę nominalnej liczby punktów. Punkty te otrzyma pierwsza osoba, która przyśle poprawne rozwiązanie drogą mailową. Oceny wystawione zostaną wg skali: bardzo dobry – co najmniej 36p., ponad dobry – 32-35p, dobry – 28-31p., dość dobry – 24-27p., dostateczny – 20-23p. Studenci, którzy nie zaliczą przedmiotu w powyższym trybie będą mieli prawo do kolokwium poprawkowego, na którym jedyną możliwą oceną pozytywną będzie ocena dostateczna, do której otrzymania potrzebne będzie rozwiązanie dwóch z czterech zadań.
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1.  <i>Table 1.</i>
Egzamin <i>Examination</i>	Nie
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. W. Lipski, Kombinatoryka dla programistów, Warszawa, WNT 1989.</li> <li>2. R. J. Wilson, Wstęp do teorii grafów, PWN, Warszawa 1998.</li> <li>3. V. Bryant, Aspekty kombinatoryki, WNT, Warszawa 1997.</li> <li>4. Z. Palka, A. Ruciński, Wykłady z Kombinatoryki, cz. 1, WNT, Warszawa 1998.</li> <li>5. W. Lipski, W. Marek, Analiza kombinatoryczna, PWN, Warszawa 1986.</li> <li>6. R. Diestel, Graph Theory, Springer-Verlag, 2008</li> </ol>
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="https://www.mini.pw.edu.pl/~pnaroski/www/?Dydaktyka">https://www.mini.pw.edu.pl/~pnaroski/www/?Dydaktyka</a>
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta	1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym

związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	a) obecność na wykładach – 30 h b) obecność na ćwiczeniach – 30 h e) konsultacje – 5 h 2.praca własna studenta – 45 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 5 h b) przygotowanie do ćwiczeń – 10 h c) rozwiązanie zadań domowych – 30 h Razem 110 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	1. obecność na wykładach – 30 h 2. obecność na ćwiczeniach – 30 h 5. konsultacje – 5 h Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:	-
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / TABLE 1. LEARNING OUTCOMES			
1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych			
Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ) Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
WIEDZA / KNOWLEDGE			
W01	Absolwent ma wiedzę w zakresie logiki, teorii mnogości i kombinatoryki. W szczególności: zna podstawowe własności relacji równoważności, relacji porządku, grafu, dobrze rozumie rolę i znaczenie dowodu w matematyce.	P6S_WG	M1_W14+
W02	Absolwent ma wiedzę w zakresie algebry, w szczególności zna pojęcie i podstawowe własności grupy, pierścienia, ciała, homomorfizmu. Zna podstawowe związki pierścieni i ciał z teorią liczb.	P6S_WG	M1_W16-
W03	Absolwent ma wiedzę w zakresie podstaw algorytmiki i struktur danych	P6S_WG	M1_W20-
W04	Ma wiedzę z matematyki - obejmującą analizę matematyczną, algebrę, matematykę dyskretną, logikę i teorię mnogości, metody probabilistyczne, statystykę i metody numeryczne - przydatne do formułowania i rozwiązywania prostych zadań związanych z informatyką.	T1A_W01	K_W01
W05	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie algorytmów i ich złożoności obliczeniowej.	T1A_W03	K_W04-
W06	Ma wiedzę z podstaw matematyki wyższej, obejmującą analizę matematyczną, logikę, teorię mnogości, algebrę liniową, geometrię i matematykę dyskretną	P6S_WG	DS_W01
W07	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie algorytmów i ich złożoności	P6S_WG	DS_W08-

	obliczeniowej.		
<b>UMIĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Absolwent potrafi w sposób zrozumiały, przedstawić poprawne rozumowanie matematyczne, formułować twierdzenia i definicje, posługuje się rachunkiem zdań i kwantyfikatorów, językiem teorii mnogości, indukcją matematyczną, rekurencją.	I.P6S_UW, I.P6S_UK	M1_U11
U02	Absolwent potrafi dostrzec strukturę grupy, pierścienia, ciała, przestrzeni wektorowej, elementarnych obiektów kombinatorycznych w różnych dziedzinach matematyki, potrafi tworzyć nowe obiekty drogą konstrukcji struktur ilorazowych lub produktów kartezjańskich	I.P6S_UW	M1_U12-
U03	Absolwent potrafi formułować w postaci pseudokodu rozwiązania prostych problemów algorytmicznych (w szczególności zagadnień dot. działań na tablicach i macierzach) oraz je implementować, używając wybranego deklaratywnego języka programowania.	I.P6S_UW	M1_U18-
U04	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę matematyczną do opisu procesów, tworzenia modeli, zapisu algorytmów oraz innych działań w obszarze informatyki.	T1A_U09 T1A_W01	K_U01
U05	Potrafi wykorzystać wiedzę z teorii grafów do tworzenia, analizowania i stosowania modeli matematycznych służących do rozwiązywania problemów z różnych dziedzin	T1A_W01 T1A_U09	K_U03
U06	Potrafi zidentyfikować dyskretne struktury matematyczne w problemach i wykorzystać teoretyczną wiedzę dotyczącą tych struktur do analizy i rozwiązania tych problemów.	T1A_W01 T1A_U09	K_U04-
U07	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	T1A_U01	K_U05
U08	Potrafi wykorzystać wiedzę matematyczną do opisu procesów, tworzenia modeli i rozwiązywania zagadnień praktycznych.	P6S_UW	DS_U01-
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Absolwent potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	I.P6S_UO	M1_K02
K02	Rozumie potrzebę i zna możliwości dalszego dokształcania się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe).	T1A_K01 T1A_U05	K_K02-
K03	Jest przygotowany do formułowania wniosków i prezentacji wyników w sposób zrozumiały dla szerokiego grona odbiorców.	P6S_KO	DS_K05
<b>2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się</b> <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
<b>Zamierzone efekty</b> <i>pected learning outcomes</i>	<b>Forma zajęć</b> <b>Type of classes</b>	<b>Sposób weryfikacji</b> <b>Verification method</b>	
W01-W07, U01-U08, K01-K03	ćwiczenia	Zadania na ćwiczeniach i prace domowe.	

Opis przedmiotu		
<b>16. WSTĘP DO BIOINFORMATYKI</b>		
Kod przedmiotu (USOS)	1120-IN000-MSP-0703	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wstęp do bioinformatyki	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introduction to Bioinformatics	
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>		
Poziom kształcenia	Studia pierwszego stopnia	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne	
Kierunek studiów (dedykowany)	Inżynieria i Analiza Danych	
Inne kierunki studiów	-	
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki	
Specjalność	-	
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Koordinator przedmiotu	Dr hab. Dariusz Plewczyński, prof. uczelni Zakład SPI, D.Plewczynski@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia	Dr hab. Dariusz Plewczyński, prof. uczelni Mgr Michał Własnowolski, Mgr Zofia Parteka, Mgr Agnieszka Kraft	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów	Obieralne	
Status przedmiotu	Obieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semestr nominalny	1-3 (II stopień)	
Minimalny numer semestru	1-3 (II stopień)	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni (6 semestr IAD)	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Algorytmy i struktury danych, Statystyka, Bazy danych	
Limit liczby studentów	Liczba grup: bez ograniczeń Laboratoria – 15 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Celem wykładów jest wprowadzenie studentów w podstawowe metody i idee bioinformatyki ze specjalnym uwzględnieniem algorytmów informatycznych.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0

Treści kształcenia	<p>Bioinformatyka to interdyscyplinarna dziedzina, której celem jest przetwarzanie i analiza danych biologicznych. Obejmuje ona budowę, rozwój i zastosowanie metod obliczeniowych, służących do badania struktury, funkcji, ewolucji białek. Ważnym celem bioinformatyki, szczególnie w ostatnich latach (w związku z coraz powszechniejszym zastosowaniem w biologii molekularnej tzw. technik wysokoprzepustowych) jest rozwój metod wykorzystywanych do zarządzania ogromnymi ilościami danych, zawartymi w biologicznych i medycznych bazach danych, oraz ich eksploracji (ang. data mining).</p> <p>Wykład obejmie różne biologiczne bazy danych i algorytmy stosowane w bioinformatyce, genetyce, biologii molekularnej i biotechnologii, a także powiązania między różnymi typami danych. Omówione zostaną podstawowe operacje na pojedynczych sekwencjach, jak również ich masowych zbiorach (metagenomika), trójwymiarowych strukturach białek i metabolitów wraz z metodami umożliwiającymi ich porównywanie, przeszukiwanie baz danych z sekwencjami nukleotydowymi, aminokwasowymi i strukturami białka. Podczas wykładu wprowadzimy koncepcję rodzin białkowych, motywy sekwencyjne i strukturalne związane z funkcją biologiczną, segregację komórek i segregację sygnałów oraz modelowanie na poziomie pojedynczej komórki. Wprowadzimy zaawansowane metody wykrywania podobieństwa między sekwencjami i strukturami oraz oceny zmienności sekwencyjnej i strukturalnej między białkami, metabolitami i kompleksami. Wykład będzie dotyczył teorii baz danych białkowych i metabolicznych, narzędzi wykorzystywanych do wizualizacji, modelowania struktur białkowych i metabolitów, reprezentacje struktury biopolimerów, kompleksów białko-metabolit, inhibitor, projektowanie leków i inhibitorów małowzrostekowych, sieci sygnałowych i metabolicznych białek, typów sieci biologicznych, motywów funkcjonalnych białek, a także analizę danych „omicznych” w powiązaniu z podstawowymi pojęciami w biologii systemów.</p> <p>Wykładom będą towarzyszyły zajęcia praktyczne, na których studenci mają przeprowadzić proste zadania bioinformatyczne, w tym samodzielnie programować i przeprowadzać analizę statystyczną. Studenci zaznajomią się z podstawowymi algorytmami bioinformatycznymi, jak również istniejącymi zasobami danych biologicznych. Istotnym celem jest nauczenie studenta przeszukiwania, manipulacji i analizy danych proteomicznych, metabolicznych i systemowych. Planujemy wykorzystywanie istniejących narzędzi do budowy uliniowania sekwencji, przewidywania struktury białek, anotacji funkcji oraz analizy mikromacierzy, jak również bibliotek języków programowania Python i R do bioinformatycznej analizy danych (w szczególności biologicznych).</p> <p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie. Formaty i pochodzenie analizowanych danych. Krótki zarys ich znaczenia biologicznego. Przegląd najważniejszych baz danych.</li> <li>2. Analiza danych sekwencyjnych - algorytmy porównywania sekwencji, zastosowanie programowania dynamicznego, ukrytych łańcuchów Markowa, statystyczna ocena dopasowania sekwencji.</li> <li>3. Algorytmy szybkiego wyszukiwania informacji z sekwencyjnych baz danych.</li> <li>4. Najważniejsze metody do przewidywania struktur trzeciorzędowych i funkcji białek na podstawie sekwencji.</li> <li>5. Analiza ekspresji genów. Zastosowanie metod rzutowania i wykrywania zmiennych ukrytych do analizy mikromacierzy.</li> <li>6. Biologia systemowa. Algorytmy przewidywania i badania złożonych oddziaływań występujących w systemach biologicznych.</li> <li>7. Metody eksploracji niesekwencyjnych baz danych, w tym danych bibliograficznych, klinicznych, struktur molekularnych czy ścieżek metabolicznych i oddziaływań pomiędzy cząsteczkami biologicznymi.</li> <li>8. Wykorzystanie języków programowania do omawianych wcześniej</li> </ol>
--------------------	--

	<p>zagadnień (Python/R).</p> <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do biologicznych baz danych.</li> <li>2. Wprowadzenie do języka programowania Python.</li> <li>3. Budowa uliniowień sekwencji aminokwasowych i nukleotydowych z użyciem biblioteki BioPython.</li> <li>4. Testowanie wybranego algorytmu szybkiego wyszukiwania informacji z sekwencyjnych baz danych z użyciem biblioteki BioPython.</li> <li>5. Zastosowanie metod klasyfikacji opartych na rozkładach prawdopodobieństwa oraz na nieparametrycznej estymacji rozkładów prawdopodobieństwa do odtwarzania ewolucji molekularnej.</li> <li>6. Budowa modeli struktur trzeciorzędowych białek na podstawie sekwencji.</li> <li>7. Wprowadzenie do środowiska R.</li> <li>8. Analiza ekspresji genów. Analizy mikromacierzy z zastosowaniem bibliotek dostępnych w R.</li> <li>9. Metody eksploracji niesekwencyjnych baz danych, w tym danych bibliograficznych, klinicznych, struktur molekularnych czy ścieżek metabolicznych i oddziaływań pomiędzy cząsteczkami biologicznymi.</li> </ol>
Metody dydaktyczne	<p>Wykład:</p> <p>Wykład informacyjny</p> <p>Laboratorium:</p> <p>Samodzielne rozwiązywanie zadań – projektów informatycznych</p>
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	<p>Zaliczenie opiera się na stworzeniu w ciągu semestru czterech programów bioinformatycznych związanych z wykładem, każdy program wraz z jego opisem to maksymalnie 10 punktów. Aby zaliczyć przedmiot należy uzyskać co najmniej 20 punktów. Ocena dobra (4) to 30 punktów lub więcej, ocena bardzo dobra (5) to 38 punktów lub więcej. Student może poprawić ocenę końcową poprzez opcjonalną odpowiedź ustną.</p>
Metody sprawdzania efektów uczenia się	<p>Patrz TABELA 1.</p>
Egzamin	<p>Nie</p>
Literatura i oprogramowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. Hartmann, J. Selbig, Introductory Bioinformatics, Fourth Edition, 2013</li> <li>2. J. Pevsner, Bioinformatics and Functional Genomics, Second Edition, 2009</li> <li>3. J.-M. Claverie, C. Notredame, Bioinformatics for Dummies, 2nd Ed., 2011</li> <li>4. J.T.L. Wang, et al., Data Mining in Bioinformatics, Springer, 2010</li> <li>5. G. Alterovitz, M. Ramoni, Knowledge-Based Bioinformatics: From analysis to interpretation, Wiley, 2010</li> </ol>
Witryna www przedmiotu	
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	<p>4</p>
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 30 h</li> <li>b) obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>c) konsultacje – 5 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 55 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zapoznanie z literaturą – 15 h</li> <li>b) dokończenie projektów (poza laboratorium) – 40 h</li> </ol> </li> </ol> <p>Razem 120 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 30 h</li> <li>2. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>3. konsultacje – 5 h</li> </ol> <p>Razem 65 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS</p>
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na laboratoriach – 30 h</li> <li>2. dokończenie projektów (poza laboratorium) – 40 h</li> </ol> <p>Razem 70 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS</p>

praktycznym	
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA</b>			
W01	Zna metody komputerowe wykorzystywane do zarządzania ogromnymi ilościami danych, zawartymi w biologicznych i medycznych bazach danych oraz algorytmy bioinformatyczne wykorzystywane do przeszukiwania, eksploracji i klasyfikacji tak przechowywanych danych	I.P7S_WG	SI_W11, CC_W11
W02	Zna algorytmy przewidywania i badania złożonych oddziaływań występujących w systemach biologicznych oraz w poszczególnych cząsteczkach biologicznych (w szczególności w białkach)	I.P7S_WG	SI_W11, CC_W11
W03	Zna podstawowe algorytmy modelowania molekularnego oraz techniki wizualizacji cząstek molekularnych	I.P7S_WG	SI_W11, CC_W11
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>			
U01	Potrafi dokonać klasyfikacji problemu bioinformatycznego i podać jego przybliżone rozwiązanie	I.P7S_UW	SI_U01-, CC_U01-, SI_U09-, CC_U09-
U02	Używając bibliotek zawartych w środowisku R i języku Python potrafi zaimplementować program, którego celem jest umożliwienie użytkownikowi przeprowadzenia wnioskowania statystycznego	I.P7S_UW	SI_U06, CC_U06, SI_U21-, CC_U21-
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	Ma świadomość wpływu i zastosowania technik komputerowych w różnych dziedzinach nauki i życia	I.P7S_KK	SI_K06, CC_K06

2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02, W03, U01, U02, K01	wykład, laboratorium	ocena i dyskusja programów pisanych na laboratoriach

Opis przedmiotu

**17. WNISKOWANIE ROZMYTE**

Kod przedmiotu (USOS)	1120-MA000-LSP-0648
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wnioskowanie rozmyte
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fuzzy reasoning

<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>		
Poziom kształcenia	Studia pierwszego i drugiego stopnia	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne	
Kierunek studiów (dedykowany)	Matematyka	
Inne kierunki studiów	Informatyka i Systemy Informacyjne, Inżynieria i Analiza Danych	
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki	
Specjalność	-	
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Koordinator przedmiotu	Dr Anna Maria Radzikowska Zakład Geometrii Różniczkowej, A.Radzikowska@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia	Dr Anna Maria Radzikowska	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów	Obieralne	
Status przedmiotu	Obieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semestr nominalny	6	
Minimalny numer semestru	5	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Elementy logiki i teorii mnogości	
Limit liczby studentów	Liczba grup: bez ograniczeń Laboratoria - 15 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie uczestników z podstawowymi narzędziami i technikami wnioskowania rozmytego.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	15
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	30
Treści kształcenia	Wykład: 1. Pojęcia podstawowe teorii zbiorów rozmytych. 2. Rozmyte relacje i funkcje logiczne. 3. Liczby rozmyte. 4. Wybrane logiki rozmyte (w tym logiki MTL i BL). 5. Rozmyte reguły IF-THEN. 6. Rozmyte zbiory przybliżone. 7. Rozmyte systemy informacyjne i rozmyte relacje informacyjne. 8. Zastosowanie zbiorów rozmytych w procesach decyzyjnych.  Ćwiczenia: Studenci samodzielnie rozwiązują przy tablicy zaproponowane przez prowadzącego zadania z tematyki objętej ostatnim wykładem. Podejmowane są także dyskusje nawiązujące bezpośrednio do wykładu (np. propozycje dowodów, metod modelowania zjawisk).	



	Projekt: W trakcie zajęć projektowych uczestnicy samodzielnie opracowują wybrane tematy i wygłaszają referaty.
Metody dydaktyczne	Wykład: Wykład informacyjny, problemowy, konwersatoryjny Ćwiczenia: Rozwiązywanie zadań, dyskusja, metoda problemowa, burza mózgów Projekt: Samodzielnie opracowanie podanego zagadnienia, zreferowanie problemu w formie prezentacji
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	Zaliczenie przedmiotu odbywa się na podstawie indywidualnie przygotowanego projektu. Projekt może być przygotowany przez 1 lub 2 osoby, a temat może być samodzielnie wybrany przez słuchacza (i zaakceptowany przez prowadzącego) bądź wybrany spośród kilku proponowanych przez prowadzącego. Projekt obejmuje: (1) wygłoszenie referatu, (2) prezentację referatu, (3) opracowanie pisemne tematu. Przy zaliczeniu obowiązuje system punktowy. Projekt oceniany jest na maksimum 20 punktów. Dla zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie minimum 11 punktów. Osoby, które uzyskały poniżej 11 pkt z projektu mają możliwość zaliczenia przedmiotu poprzez napisanie kolokwium sprawdzającego ocenianego na maksimum 20 punktów – wówczas do zaliczeni przedmiotu wymagane jest uzyskanie min. 10 pkt z tego sprawdzianu.
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.
Egzamin	Nie
Literatura i oprogramowanie	1. H.J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its applications, Kluwer Academic Publications, 1996. 2. G.J. Klir, B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy logic: Theory and Applications, Prentice Hall, 1995. 3. P. Hajek, Mathematics of Fuzziness, Kluwer Academic Publishers, 1998. 4. Da Ruan, E.E. Kerre (eds), Fuzzy IF-THEN Rules in Computational intelligence: Theory and Applications, Kluwer Academic Publishers, 2000. 5. Czasopisma: Fuzzy Sets and Systems, Information Sciences, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Int. Journal of Approximate Reasoning.
Witryna www przedmiotu	pages.mini.pw.edu.pl/~radzikowskaa/Lectures/FR
<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	1. godziny kontaktowe –65 h; w tym a) obecność na wykładach – 15 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) obecność na zajęciach projektowych – 30 h d) konsultacje – 5 h 2. praca własna studenta –40 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 10 h b) przygotowanie do zajęć projektowych – 15 h c) przygotowanie raportu/prezentacji – 15 h Razem 105 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1. obecność na wykładach – 15 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 4. konsultacje – 5 h Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach	1. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 2. przygotowanie do zajęć projektowych – 15 h

zajęć o charakterze praktycznym	3. przygotowanie raportu/prezentacji – 15 h Razem 60 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	1. Zajęcia popołudniowe (poza poniedziałkiem i piątkiem). 2. Zajęcia w sali z rzutnikiem. 3. Brak możliwości zajęć równoległych (wszystkie zajęcia prowadzi ten sam prowadzący).

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE			
1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych			
Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA</b>			
W01	Ma wiedzę z podstaw teorii zbiorów rozmytych.	P6S_WG, P7S_WG	M1_W14, M1_W16, M2_W01, M2MNI_W01, K_W01, SI_W09, DS_W01
W02	Zna podstawowe systemy logik rozmytych oraz mechanizmy wnioskowania w środowisku informacji niepełnej i/lub nieprecyzyjnej.	P6S_WG, P7S_WG	M1_W14, M1_W16, M2_W02, M2MNI_W01, K_W01, SI_W09, DS_W01
<b>UMIĘTNOŚCI</b>			
U01	Posiada umiejętność reprezentacji wiedzy potocznej za pomocą formuł logiki rozmytej.	P6S_UW, P7S_UW	M1_U01, M1_U11, M2MNI_U02, K_U01, SI_U01, DS_U01
U02	Potrafi skonstruować regułowy system dedukcji oparty na informacji rozmytej.	P6S_UW, P7S_UW	M1_U01, M1_U11, M2MNI_U01, K_U30, SI_U18, DS_U01
U03	Potrafi samodzielnie studiować teksty matematyczne związane z zagadnieniami omawianymi na zajęciach, przedstawić poznaną w ten sposób tematykę zarówno w formie pisemnej i jak i prezentacji oraz określić, jakie są otwarte pytania dotyczące omawianej tematyki.	P6S_UW, P7S_UW	M1_U23, M1_U24, M2MNI_U14, K_U07, SI_U03, DS_U19
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>			
K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	P7S_KK, P7S_UU, P6S_KK, P6S_KO, P6S_UU	M1_K07, M2MNI_K02, K_K02, SI_K01, DS_K01, DS_K05, DS2_K03
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	
W01, W02, U01, U02	wykład, ćwiczenia, projekt	aktywność na zajęciach	

U03, K01	projekt	ocena referatu
----------	---------	----------------

Opis przedmiotu		
<b>18. ZBIORY ROZMYTE</b>		
Kod przedmiotu (USOS)	1120-IN000-ISP-0XXX	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Zbiory rozmyte	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fuzzy sets	
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów</b>		
Poziom kształcenia	Studia pierwszego i drugiego stopnia	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne	
Kierunek studiów (dedykowany)	Informatyka i Systemy Informacyjne	
Kierunek studiów	Matematyka, Inżynieria i Analiza Danych	
Profil studiów	Profil ogólnoakademicki	
Specjalność	-	
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Jednostka realizująca	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych	
Koordinator przedmiotu	Dr Anna Maria Radzikowska Zakład Geometrii Różniczkowej, A.Radzikowska@mini.pw.edu.pl	
Osoby prowadzące zajęcia	Dr Anna Maria Radzikowska	
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu</b>		
Blok przedmiotów	Kierunkowe	
Poziom przedmiotu	Średniozaawansowany	
Grupa przedmiotów	Obieralne	
Status przedmiotu	Obieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Semestr nominalny	6	
Minimalny numer semestru	5	
Usytuowanie realizacji w roku akademickim	Semestr letni	
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające	Brak	
Limit liczby studentów	Liczba grup: bez ograniczeń Ćwiczenia – 30 osób / grupa Projekt – 15 osób / grupa	
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>		
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przedstawienie uczestnikom podstaw teorii zbiorów rozmytych i ich zastosowań.	
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny)	Wykład	15
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	30

Treści kształcenia	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe pojęcia teorii zbiorów rozmytych.</li> <li>2. Zasada rozszerzalności i jej zastosowania.</li> <li>3. Liczby rozmyte.</li> <li>4. Grafy rozmyte</li> <li>5. Intuicjonistyczne zbiory rozmyte i ich zastosowania.</li> <li>6. Interwałowe zbiory rozmyte i ich zastosowania.</li> <li>7. Rozmyte struktury preferencji.</li> <li>8. Metody aproksymacji pojęć nieprecyzyjnych.</li> <li>9. Metody wielokryterialnego podejmowania decyzji w środowisku informacji nieprecyzyjnej.</li> </ol> <p>Ćwiczenia:</p> <p>Studenci samodzielnie rozwiązują przy tablicy zaproponowane przez prowadzącego zadania z tematyki objętej wykładem. Podejmowane są także dyskusje nawiązujące bezpośrednio do wykładów (np. metod modelowania zjawisk).</p> <p>Projekt:</p> <p>W trakcie zajęć projektowych uczestnicy samodzielnie opracowują wybrane tematy i wygłaszają referaty.</p>
Metody dydaktyczne	<p>Wykład:</p> <p>Wykład informacyjny, problemowy, konwersatoryjny</p> <p>Ćwiczenia:</p> <p>Rozwiązywanie zadań, dyskusja, metoda problemowa, burza mózgów</p> <p>Projekt:</p> <p>Samodzielnie opracowanie podanego zagadnienia, zreferowanie problemu w formie prezentacji</p>
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	<p>Zaliczenie przedmiotu odbywa się na podstawie indywidualnie przygotowanego projektu. Projekt może być przygotowany przez 1 lub 2 osoby, a temat może być samodzielnie wybrany przez słuchacza (i zaakceptowany przez prowadzącego) bądź wybrany spośród kilku proponowanych przez prowadzącego. Projekt obejmuje: (1) wygłoszenie referatu, (2) prezentację referatu, (3) opracowanie pisemne tematu. Przy zaliczeniu obowiązuje system punktowy. Projekt oceniany jest na maksimum 20 punktów. Dla zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie minimum 11 punktów. Osoby, które uzyskały poniżej 11 pkt z projektu mają możliwość zaliczenia przedmiotu poprzez napisanie kolokwium sprawdzającego ocenianego na maksimum 20 punktów – wówczas do zaliczeni przedmiotu wymagane jest uzyskanie min. 11 pkt z tego sprawdzianu.</p>
Metody sprawdzania efektów uczenia się	<p>Patrz TABELA 1.</p>
Egzamin	<p>Nie</p>
Literatura i oprogramowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H.J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its applications, Kluwer Academic Publications, 1996.</li> <li>2. H.J. Zimmermann, Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems, Kluwer Academic Press, 1993.</li> <li>3. J. Kacprzyk, H. Nurmi, M. Fedrizzi (eds), Consensus under Fuzziness, Kluwer Academic Publishers, 1997.</li> <li>4. X. Wang, D. Ruan, E. Kerre, Mathematics of Fuzziness – Basic Issues, Springer, 2009.</li> <li>5. D. Dubois, H. Prade, Fuzzy Sets and Systems – Theory and Applications, Academic Press, Inc., 1980.</li> <li>6. Czasopisma: Fuzzy Sets and Systems, Information Sciences, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Int. Journal of Approximate Reasoning.</li> </ol>
Witryna www przedmiotu	<p><a href="http://pages.mini.pw.edu.pl/~radzikowskaa/Lectures/FuzzySets">pages.mini.pw.edu.pl/~radzikowskaa/Lectures/FuzzySets</a></p>

<b>D. Nakład pracy studenta</b>	
Liczba punktów ECTS	4
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym a) obecność na wykładach – 15 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) obecność na zajęciach projektowych – 30 h d) konsultacje – 5 h 2. praca własna studenta – 55 h; w tym a) zapoznanie się z literaturą – 20 h b) przygotowanie do zajęć projektowych – 25 h c) przygotowanie raportu/prezentacji – 10 h Razem 120 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1. obecność na wykładach – 15 h 2. obecność na ćwiczeniach – 15 h 3. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 4. konsultacje – 5 h Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1. obecność na zajęciach projektowych – 30 h 2. przygotowanie do zajęć projektowych – 25 h 3. przygotowanie raportu/prezentacji – 10 h Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
<b>E. Informacje dodatkowe</b>	
Uwagi	–

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne</i> <i>/ Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA</b>			
W01	Ma wiedzę z podstaw teorii zbiorów rozmytych.	P6S_WG, P7S_WG	M1_W04, M1_W14, M1_W16, M2_W01, M2_W02, M2MNI_W01, K_W01, SI_W10, DS_W01
W02	Zna klasy zbiorów i struktur rozmytych oraz ich główne zastosowania.	P6S_WG, P7S_WG	M1_W04, M1_W14, M1_W16, M2_W01, M2_W02, M2MNI_W01, K_W01, K_W12, SI_W10, DS_W01, DS_W05
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>			

U01	Potrafi określić reprezentację informacji nieprecyzyjnej z różnych dziedzin.	P6S_UW, P7S_UW, P6S_UK, P7S_UK	M1_U04, M1_U05, M1_U12, M2_U01, M2_U02, M2MNI_U02, M2MNI_U09, K_U01, K_U08, SI_U01, SI_U03, DS_U01, DS_U03
U02	Potrafi zastosować struktury rozmyte w problemach decyzyjnych	P6S_UW, P7S_UW, P6S_UK, P7S_UK	M1_U04, M1_U11, M2_U01, M2_U02, M2MNI_U03, M2MNI_U09, K_U02, K_U04, SI_U23, DS_U07
U03	Potrafi samodzielnie studiować literaturę związaną z zagadnieniami omawianymi na zajęciach, przedstawić poznaną w ten sposób tematykę zarówno w formie pisemnej i jak i prezentacji oraz określić, jakie są otwarte pytania dotyczące omawianej tematyki.	P6S_UU, P7S_UU	M1_U23, M1_U24, M2_U01, M2_U02, M2MNI_U14, K_U07, SI_U03, DS_U19

#### KOMPETENCJE SPOŁECZNE

K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	P7S_KK, P7S_UU, P6S_KK, P6S_KO, P6S_UU	M1_K07, M2MNI_K02, K_K02, SI_K01, DS_K01, DS_K05, DS2_K03
-----	---	--	---

#### 2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się

Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji
W01, W02	wykład, ćwiczenia, projekt	aktywność na zajęciach, ocena projektu
U01, U02, U03	wykład, ćwiczenia	aktywność na zajęciach, ocena opracowania pisemnego projektu i wygłoszonego referatu
K01	projekt	ocena projektu

#### Opis przedmiotu / *Course description*

### 19. LOGIKA

Kod przedmiotu (USOS)	1120-MA000-LSP-0523
<i>Course code</i>	
Nazwa przedmiotu	Logika

w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Logic
<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Informatyka i Systemy Informacyjne / Informatyka/ IAD <i>Computer Science and Information Systems/ Data Science</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	dr Michał Stronkowski, zakład Algebry i Kombinatoryki, m.stronkowski@mini.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	Michał Stronkowski
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe
Poziom przedmiotu <sup>1)</sup> <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Advanced / intermediate / basic</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne, obowiązkowe: Zaawansowane zagadnienia matematyki <i>Electives</i>
Status przedmiotu <sup>1)</sup> <i>Type of the course</i>	Obieralny <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	3-6 (studia I stopnia), 1-4 (studia II stopnia)
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	3
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr letni <i>Summer semester / winter semester</i>
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Elementy logiki i teorii mnogości
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: bez ograniczeń Ćwiczenia – 30 osób / grupa
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>	
Cel przedmiotu <sup>1)</sup> <i>Course objective</i>	Przedstawienie podstawowych zagadnień logiki matematycznej.
Efekty uczenia się	Patrz TABELA 1.



<i>Learning outcomes</i>	<b>Table 1.</b>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30h
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	30h
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	0h
	Projekt / <i>Project classes</i>	0h
Treści kształcenia' <i>Course content</i>	<p>Wykład:</p> <p>1. Logika zdaniowa:</p> <p>a) Twierdzenie o zupełności,</p> <p>b) Elementy teorii dowodu: naturalna dedukcja, rezolucje.</p> <p>2. Logika pierwszego rzędu:</p> <p>a) Twierdzenie o zupełności,</p> <p>b) Elementy teorii dowodu: naturalna dedukcja.</p> <p>c) Elementy teorii modeli.</p> <p>Ćwiczenia:</p> <p>1. Problemy nawiązujące do treści z wykładu</p> <p>2. Wybrane bardziej zaawansowane tematy, np. arytmetyka, tw. o zwartości czy gry Ehrenfeuchta-Fraissego (w zależności od zainteresowań studentów) przedstawione w postaci referatów.</p>	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	<p>Wykład: wykład informacyjny, wykład konwersatoryjny;</p> <p>Ćwiczenia: samodzielne rozwiązywanie i wspólne rozwiązywanie problemów, dyskusja, referat.</p>	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia	Punkty do zdobycia: Referat ustny - 0, 3 lub 3,5 pt.; rozwiązywanie zadań 0-1 pt; referat pisemny 0,5 pt. Ocena = liczba zdobytych punktów.	
Metody sprawdzania efektów uczenia się	Patrz TABELA 1.	
Egzamin	Nie <i>No</i>	
Literatura i oprogramowanie	<p>1. A Concise Introduction to Mathematical Logic, Wolfgang Rautenberg, Springer 2010.</p> <p>2. Logic and Structure, Dirk van Dalen, Springer 2004.</p> <p>3. Mathematical Logic for Computer Science, Mordechai Ben-Ari, Springer 2001.</p>	
Witryna www przedmiotu:	<a href="https://www.mini.pw.edu.pl/~stronkow/www/dydaktyka/dyd.html">https://www.mini.pw.edu.pl/~stronkow/www/dydaktyka/dyd.html</a>	
<b>D. Nakład pracy studenta / Student workload</b>		
Liczba punktów ECTS	4	
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:	<p>1. godziny kontaktowe –65h; w tym</p> <p>a) obecność na wykładach – 30 h</p> <p>b) obecność na ćwiczeniach – 30 h</p> <p>c) konsultacje – 5 h</p> <p>2. praca własna studenta – 45 h; w tym</p> <p>a) przygotowanie do ćwiczeń i sprawdzianu – 20 h</p> <p>b) zapoznanie się z literaturą – 15 h</p> <p>c) przygotowanie referatu – 10 h</p> <p>Razem 110 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>	
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:	<p>a) obecność na wykładach – 30 h</p> <p>b) obecność na ćwiczeniach – 30 h</p> <p>c) konsultacje – 5 h</p> <p>Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS</p>	
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:	0 pkt. ECTS.	
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>		

Uwagi <i>Remarks</i>	-
-------------------------	---

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / *TABLE 1. LEARNING OUTCOMES*

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Matematyka / Informatyka i Systemy Informacyjne / IAD</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / <i>KNOWLEDGE</i></b>			
W01	Zna podstawowe zagadnienia logiki matematycznej.	P6S_WG, P7S_WG	M1_W14, M2_W01 K_W01, SI_W09, CC_W11, DS_W01, DS2_W14
<b>UMIEJĘTNOŚCI / <i>SKILLS</i></b>			
U01	Umie przeprowadzać dowody matematyczne i je prezentować.	P6S_UW, P6S_UK, P7S_UK, P7S_UW	M1_U11, M2_U01 K_U01, SI_U01, CC_U01, DS_U01, DS2_U13
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / <i>SOCIAL COMPETENCE</i></b>			
K01	Rozumie potrzebę prostego i ścisłego przekazywania wiedzy.	P6S_KO, P7S_KO	M1_K07 M2_K03, K_K07, SI_K03, CC_K03, DS_K05, DS2_K05
2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się			
Zamierzone efekty	Forma zajęć	Sposób weryfikacji	
W01, U01, K01	Ćwiczenia	Referaty, rozwiązywanie zadań	

Opis przedmiotu / *Course description*

**20. ELEMENTY TEORII OBLICZALNOŚCI I MATEMATYKI**

Kod przedmiotu (USOS) <i>Course code</i>	1120-MA000-LSP-0514
Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Course title (Polish)</i>	Elementy teorii obliczalności i metamatematyki
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Course title (English)</i>	Elements of computability theory and metamathematics

<b>A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów / <i>The location of the course in the system of studies</i></b>	
Poziom kształcenia <i>Study programme</i>	Studia pierwszego i drugiego stopnia <i>BSc studies / MSc studies</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów <i>Mode of study</i>	Stacjonarne <i>Full-time studies</i>
Kierunek studiów (dedykowany) <i>Field of study</i>	Matematyka <i>Mathematics</i>
Kierunek studiów <i>Field of study</i>	Informatyka i Systemy Informacyjne / Informatyka / IAD <i>Computer Science and Information Systems / Computer Science / Data Science</i>
Profil studiów <i>Study programme profile</i>	Profil ogólnoakademicki <i>General academic profile</i>
Specjalność <i>Specialisation</i>	-
Jednostka prowadząca <i>Unit administering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Jednostka realizująca <i>Unit delivering the course</i>	Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych <i>Faculty of Mathematics and Information Science</i>
Koordynator przedmiotu <i>Course coordinat</i>	dr hab. inż. Anna Zamojska-Dzienio Zakład Analizy i Teorii Osobliwości, azamojsk@mini.pw.edu.pl
Osoby prowadzące zajęcia <i>Course teachers</i>	dr hab. inż. Anna Zamojska-Dzienio
<b>B. Ogólna charakterystyka przedmiotu / <i>General characteristics of the course</i></b>	
Blok przedmiotów <i>Block of the courses</i>	Kierunkowe
Poziom przedmiotu <i>Level of the courses</i>	Średniozaawansowany <i>Intermediate</i>
Grupa przedmiotów <i>Group of the courses</i>	Obieralne (Matematyka); Obowiązkowe: Zaawansowane zagadnienia matematyki <i>Electives</i>
Status przedmiotu <i>Type of the course</i>	Zróżnicowany <i>Elective</i>
Język prowadzenia zajęć <i>Language of instruction</i>	Polski <i>Polish</i>
Semester nominalny <i>Proper semester of study</i>	5 (studia I stopnia), 1 i 3 (studia II stopnia)
Minimalny numer semestru <i>Earliest semester of study</i>	5 (studia I stopnia), 1 (studia II stopnia)
Usytuowanie realizacji w roku akademickim <i>Semester in academic year</i>	Semestr zimowy <i>winter semester</i>
Wymagania wstępne / przedmioty poprzedzające <i>Prerequisites</i>	Elementy logiki i teorii mnogości
Limit liczby studentów <i>Limit of the number of students</i>	Liczba grup: 2 Ćwiczenia – 30 osób / grupa <i>Number of groups: 2</i> Tutorial – 30 persons per group
<b>C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć / <i>Learning outcomes and methods of teaching</i></b>	
Cel przedmiotu <i>Course objective</i>	Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest wprowadzenie do teorii obliczalności, a następnie zaprezentowanie dowodu twierdzenia Gödla o niezupełności z użyciem funkcji rekurencyjnych.

Efekty uczenia się <i>Learning outcomes</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1.</i>	
Formy zajęć i ich wymiar (semestralny) <i>Type of classes and hours of instruction per week</i>	Wykład / <i>Lecture</i>	30
	Ćwiczenia / <i>Tutorial</i>	30
	Laboratorium / <i>Laboratory</i>	0
	Projekt / <i>Project classes</i>	0
Treści kształcenia <i>Course content</i>	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rachunek predykatów.</li> <li>2. Maszyny Shoenfielda.</li> <li>3. Funkcje częściowo rekurencyjne.</li> <li>4. Inne formalizacje funkcji obliczalnych: maszyny Turinga, rachunek lambda</li> <li>5. Zbiory rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne.</li> <li>6. Numeracje Kleenego i Posta.</li> <li>7. Teorie aksjomatyczne.</li> <li>8. Arytmetyka liczb naturalnych.</li> <li>9. Twierdzenie Gödla o niezupełności.</li> </ol> <p>Ćwiczenia: praktyczne rozwiązywanie zadań związanych z tematami poruszonymi na wykładzie.</p>	
Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	<p>Wykład: wykład informacyjny</p> <p>Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, burza mózgów, dyskusja</p>	
Metody i kryteria oceniania / regulamin zaliczenia <i>Assessment methods and regulations</i>	<p>Zaliczenie przedmiotu na podstawie dwóch 90-minutowych sprawdzianów w ciągu semestru - pytania teoretyczne dotyczące wiedzy podawanej podczas wykładów oraz zadania do samodzielnego rozwiązania analogiczne do zadań rozwiązywanych na ćwiczeniach. Maksymalna liczba punktów do zdobycia na każdym kolokwium: 40. Do punktów uzyskanych na kolokwiach doliczane będą punkty dodatkowe uzyskane za aktywność na ćwiczeniach (0-20 punktów). Zdobycie w sumie 51 punktów oznacza zaliczenie ćwiczeń i wykładu.</p>	
Metody sprawdzania efektów uczenia się <i>Learning outcomes verification methods</i>	Patrz TABELA 1. <i>Table 1.</i>	
Egzamin <i>Examination</i>	Nie <i>No</i>	
Literatura i oprogramowanie <i>Bibliography and software</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I. A. Ławrow, Ł. L. Maksimowa, <i>Zadania z teorii mnogości, logiki matematycznej i teorii algorytmów</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN</li> <li>2. A. Kisielewicz, <i>Sztuczna inteligencja i logika</i>, Wydawnictwo WNT</li> <li>3. J. R. Shoenfield, <i>Recursion Theory</i>, Springer-Verlag, Berlin, 1993.</li> <li>4. Yu. L. Ershov, E. A. Palyutin, <i>Mathematical Logic</i>, Mir Publishers, Moscow (tłumaczenie z rosyjskiego)</li> </ol>	
Witryna www przedmiotu <i>Course homepage</i>	<a href="http://mini.pw.edu.pl/~azamojsk/etom.html">http://mini.pw.edu.pl/~azamojsk/etom.html</a> (w przygotowaniu)	
<b>D. Nakład pracy studenta / <i>Student workload</i></b>		
Liczba punktów ECTS <i>Number of ECTS credit points</i>	4	
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się: <i>Number of hours of student work pertinent to the achievement of learning outcomes:</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. godziny kontaktowe – 65 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) obecność na wykładach – 30 h</li> <li>b) obecność na ćwiczeniach – 30 h</li> <li>c) konsultacje – 5 h</li> </ol> </li> <li>2. praca własna studenta – 40 h; w tym <ol style="list-style-type: none"> <li>a) zapoznanie się z literaturą – 15 h</li> <li>b) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwium – 25 h</li> </ol> </li> </ol> <p>Razem 105 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS</p>	
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obecność na wykładach – 30 h</li> <li>2. obecność na ćwiczeniach – 30 h</li> </ol>	

bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: <i>Number of ECTS credits for classes that require direct participation of teachers:</i>	3. konsultacje – 5 h Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: <i>Number of ECTS credits, which are obtained during classes of a practical nature:</i>	-
<b>E. Informacje dodatkowe / Additional information</b>	
Uwagi <i>Remarks</i>	-

TABELA 1. EFEKTY PRZEDMIOTOWE / *TABLE 1. LEARNING OUTCOMES*

1. Efekty uczenia się i ich odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz efektów uczenia się dla kierunków Informatyka i Systemy Informacyjne, Matematyka oraz Inżynieria i Analiza Danych

Efekty uczenia się dla modułu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ Absolwent studiów I/II stopnia na kierunku <i>Informatyka i Systemy Informacyjne / Matematyka / Inżynieria i Analiza Danych</i> <b>LEARNING OUTCOMES</b> <i>The graduate of Computer Science and Information Systems / Mathematics / Data Science</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunków
<b>WIEDZA / KNOWLEDGE</b>			
W01	Zna rachunek predykatów, paradygmaty dowodzenia (Hilbertowski system dowodzenia).	P6S_WG P7S_WG	M1_W14 DS_W01 PD_W01 K_W01 SI_W09
W02	Zna jedną z wielu równoważnych formalizacji pojęcia obliczalności.	P6S_WG P7S_WG	M1_W21 M2MNI_W08 DS_W14 PD_W01 K_W07 SI_W09
W03	Ma ogólne pojęcie o idei kodowania złożonych struktur danych liczbami naturalnymi.	P6S_WG P7S_WG	M1_W21 M2MNI_W08 DS_W14 PD_W01 K_W01 K_W07 SI_W09
W04	Ma świadomość ograniczeń informatyki, zna podstawowe przykłady problemów nierozstrzygalnych.	P6S_WG P7S_WG	M1_W21 M2MNI_W08 DS_W14 PD_W01 K_W07 SI_W09
W05	Ma świadomość, że metodami informatyki można wyodrębnić interesujące klasy podzbiorów zbioru liczb naturalnych.	P6S_WG P7S_WG	M1_W21 M2MNI_W08 DS_W14 PD_W01 K_W01 SI_W09

W06	Zna podstawowe pojęcia związane z teoriami aksjomatycznymi oraz arytmetykę Peano.	P6S_WG P7S_WG	M1_W14 DS_W01 PD_W01 K_W01 SI_W09
W07	Zna Twierdzenie Gödla o niezupełności. Rozumie jego znaczenie.	P6S_WG P7S_WG	M1_W14 DS_W01 PD_W01 K_W01 SI_W09
<b>UMIĘTNOŚCI / SKILLS</b>			
U01	Umie podać interpretację, przy której zdanie jest prawdziwe lub fałszywe, dowodzić prawdziwości tautologii rachunku predykatów z wykorzystaniem Hilbertowskiego systemu dowodzenia.	P7S_UW P6S_UW	M1_U11 M2MNI_U01 DS_U01 PD_U17 K_U01 SI_U05
U02	Umie programować w prostym teoretycznym języku programowania.	P7S_UW P6S_UW	M1_U11 M2MNI_U01 DS_U01 PD_U17 K_U01 K_U02 K_U23 SI_U05
U03	Potrafi zastosować w praktyce dwa fundamentalne twierdzenia teorii rekursji: twierdzenie o funkcji uniwersalnej i twierdzenie o parametryzacji.	P7S_UW P6S_UW	M1_U11 M2MNI_U01 DS_U01 PD_U17 K_U01 SI_U05
U04	Umie w konkretnych prostych sytuacjach pokazać, że dany podzbiór zbioru liczb naturalnych jest lub nie jest rekurencyjnie przeliczalny [rekurencyjny].	P7S_UW P6S_UW	M1_U11 M2MNI_U01 DS_U01 PD_U17 K_U01 SI_U05 SI_U17
U05	Umie w prostych przypadkach sprawdzić, czy formuła jest twierdzeniem teorii Peano, lub czy nie jest z niej wyprowadzalna.	P7S_UW P6S_UW	M1_U11 M2MNI_U01 DS_U01 PD_U17 K_U02 SI_U05
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE / SOCIAL COMPETENCE</b>			
K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	P7S_KK P6S_KK P6S_KO P6S_UU	M2MNI_K02 DS_K01 DS_K05 K_K02 SI_K01 PD_K01
K02	Docenia rolę matematyki w precyzyjnym formułowaniu i rozwiązywaniu problemów związanych z podstawami informatyki	P7S_KK P6S_KK P6S_KO P6S_UU	M2MNI_K02 DS_K01 DS_K05 K_K02 K_K07 SI_K06
K03	Ma świadomość, że studiowanie każdej dyscypliny naukowej (na poziomie akademickim) to także zdobywanie elementarnych informacji o jej metateorii	P7S_KK P6S_KK P6S_KO P6S_UU	M2MNI_K02 DS_K01 DS_K05 K_K02 K_K07 SI_K06
<b>2. Formy prowadzenia zajęć i sposób weryfikacji efektów uczenia się</b> <i>Types of classes and learning outcomes verification methods</i>			
<b>Zamierzone efekty</b> <i>Expected learning outcomes</i>	<b>Forma zajęć</b> <i>Type of classes</i>	<b>Sposób weryfikacji</b> <i>Verification method</i>	
W01-W03, U01-U02	Wykład, ćwiczenia	Aktywność na ćwiczeniach, kolokwium 1	
W04-W07, U03-U05	Wykład, ćwiczenia	Aktywność na ćwiczeniach, kolokwium 2	
K01-K03	ćwiczenia	Aktywność na ćwiczeniach, kolokwia	