

MAT001562_Economathematics _____	4
MAT001562_Economathematics_eng _____	8
MAT001563_Partial_Differential_Equations_with_applications_in_i- ndustry _____	12
MAT001563_Partial_Differential_Equations_with_applications_in_i- ndustry_eng _____	16
MAT001564_Life_insurance_models _____	20
MAT001564_Life_insurance_models_eng _____	24
MAT001565_Financial_Risk_Management_eng _____	28
MAT001565_Financil_Risk_Management _____	32
MAT001566_ComputationalFinance _____	36
MAT001566_ComputationalFinance_eng _____	40
MAT001567_Insurance_models_for_industry _____	44
MAT001567_Insurance_models_for_industry_eng _____	48
MAT001568_Reserves in life and non-life insurance _____	52
MAT001568_Reserves in life and non-life insurance_eng _____	56
MAT001569_Risk management in insurance _____	60
MAT001569_Risk management in insurance_eng _____	64
MAT001570_Numerical_methods_in_differential_equations _____	68
MAT001570_Numerical_methods_in_differential_equations_eng _____	73
MAT001571_Introduction_to_applied_fluid_dynamics_eng _____	78
MAT001571_Introduction_to_applied_fluid_dynamics _____	82
MAT001572_Perturbation_methods _____	86
MAT001572_Perturbation_methods_eng _____	90
MAT001573_Applied_Functional_analysis _____	95
MAT001573_Applied_Functional_analysis_eng _____	99
MAT001574_Nonlinear_methods _____	103
MAT001574_Nonlinear_Methods_eng _____	107
MAT001575_Introduction_to_inverse_problems_ang _____	111
MAT001575_Introduction_to_inverse_problems_pl _____	115

MAT001576_Free boundary problems _____	119
MAT001576_Free_boundary-problems_eng _____	123
MAT001577_Diffusion_processes_on_complex_networks _____	127
MAT001577_Diffusion_processes_on_complex_networks_eng _____	131
MAT001578_Analysis_of_unstructured_data _____	135
MAT001578_Analysis_of_unstructured_data_eng _____	139
MAT001579_Statistical_packages _____	143
MAT001579_Statistical_packages_eng _____	147
MAT001580_Computer_simulations_of_stochastic_processes _____	151
MAT001580_Computer_simulations_of_stochastic_processes_eng _____	155
MAT001581_Estimation_theory _____	159
MAT001581_Estimation_theory_eng _____	164
MAT001582_Mathematical_image_processing_ang _____	169
MAT001582_Mathematical_image_processing_pl _____	173
MAT001583_QueuesandCommunicationNetworks _____	177
MAT001583_QueuesandCommunicationNetworks_eng _____	181
MAT001584_Advanced_topics_in_dynamic_games _____	185
MAT001584_Advanced_topics_in_dynamic_games_eng _____	189
MAT001585_OperationsResearch _____	193
MAT001585_OperationsResearch_eng _____	197
MAT001586_Optimal_control _____	201
MAT001586_Optimal_Control_eng _____	206
MAT001587_Introduction_to_big_data_analytics _____	210
MAT001587_Introduction_to_big_data_analytics_eng _____	214
MAT001588_Optimization_Theory _____	218
MAT001588_Optimization_Theory_ENG _____	223
MAT001589_Agent_based_modelling_of_complex_systems _____	228
MAT001589_Agent_based_modelling_of_complex_systems_eng _____	232
MAT001590_Diploma_thesis _____	236

MAT001590_Diploma_thesis_eng _____	239
MAT001591_Diploma_seminar _____	242
MAT001591_Diploma_seminar_eng _____	245
MAT001682_Introduction_to_compressed_sensing_eng _____	248
INT001337_Data_mining _____	252
INT001338_Learning Machine _____	257

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: MATEMATYKA FINANSOWA	
Nazwa w języku angielskim: Economathematics	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS	
Specjalność (jeśli dotyczy): Financial and Actuarial Mathematics	
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu: MAT001562	
Grupa kursów: TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student posiada elementarną wiedzę na temat rynków finansowych i dyskretnych modeli matematyki finansowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie i opanowanie najważniejszych pojęć i metod z zakresu matematyki finansowej

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z matematyki finansowej

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce finansowej

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Model Blacka-Scholesa i wycena instrumentów pochodnych akcji (opcje call i put)	4
Wy2	Podstawy rachunku stochastycznego i jego zastosowania do wyceny aktywów i zobowiązań oraz konstrukcji strategii zabezpieczających	4
Wy3	Formuła Feynmana-Kaca i wzór Blacka-Scholesa	2
Wy4	Model Bacheliera	2
Wy5	Pojęcia i własności scenariuszy rzeczywistych i neutralnych względem ryzyka, pojęcie deflatora i jego zastosowania	2
Wy6	Modelowanie struktury terminowej	2
Wy6	Model Vasicka, model Coxa-Ingersona-Rossa, model HJM, model LIBOR	4
Wy8	Kalibracja instrumentów stopy procentowej	2
Wy9	Wycena instrumentów dłużnych i pochodnych stopy procentowej (obligacje, cap/floor, caplet/floorlet i swapcje)	2
Wy10	Subdyfuzyjne modele Blacka-Scholesa i Bacheliera	2
Wy11	Ułamkowy ruch Browna w finansach	2
Wy12	Model Gerbera-Shiu, transformata Esschera	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ilustracja modeli. Metody analityczne i komputerowe. Przykłady wyceny instrumentów pochodnych.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] A. Jakubowski, A. Palczewski, M. Rutkowski, Ł. Stettner (2003) Matematyka finansowa, WNT.

[2] M. Musiela, M. Rutkowski (1997) Martingale methods in financial modelling, Springer.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ECONOMATHEMATICS MAT001562
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATIC**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_W09 K2MST_fam_W01	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W16 K2MST_W17 K2MST_W18 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U20 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy10, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Matematyka finansowa

Name in English: Econometrics

Main field of study (if applicable): Applied Mathematics

Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics

Level and form of studies: ~~1st/ 2nd*~~ level, full-time /~~part-time*~~

Kind of subject: obligatory /~~optional/~~~~university-wide*~~

Subject code MAT001562

Group of courses YES /~~NO*~~

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5	1,5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has an elementary knowledge of financial markets and discrete models of financial mathematics

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Learning and mastery of key concepts and methods in the field of financial mathematics

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important theorems and hypotheses of financial mathematics

PEK_W02 knows the basics of stochastic modeling in financial mathematics

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models used in financial mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can by himself search for information in the literature, even in foreign languages

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Black-Scholes model	4
Lec 2	Stochastic calculus and its application to the valuation of assets and liabilities and design hedging strategies	4
Lec 3	Feynman-Kac formula and Blacka-Scholes formula	2
Lec 4	Bachelier model	2
Lec 5	Risk-Neutral and Real World scenarios, deflator and its applications	2
Lec 6	Modeling of term structure	2
Lec 7	Vasicek and Cox-Ingerson-Ross models, HJM model, LIBOR model	4
Lec 8	Calibration of interest rate instruments	2
Lec 9	Valuation of debt instruments and interest rate derivatives (bonds, cap/floor, caplet/floorlet and swaptions)	2
Lec10	Subdiffusive Black-Scholes and Bachelier models	2
Lec11	Fractional Brownian motion in finance	2
Lec12	Gerber-Shiu model, Esscher transform	2
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Illustration of all models.. Analytical and computer methods. Examples of pricing derivatives.	30
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture problem - traditional method. N2. Problem and counting exercises. N3. Consultations. N4. Student's self work - preparation for exercises.		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01	exam

	PEK_W02 PEK_K01	
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral responses, tests, small tests
P=0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
[1] A. Jakubowski, A. Palczewski, M. Rutkowski, Ł. Stettner (2003) Matematyka finansowa, WNT.		
[2] M. Musiela, M. Rutkowski (1997) Martingale methods in financial modelling, Springer.		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)		

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
 SUBJECT
 ECONOMATHEMATICS MAT001562
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
 APPLIED MATHEMATICS
 AND SPECIALIZATION
 FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_W09 K2MST_fam_W01	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W16 K2MST_W17 K2MST_W18 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U20 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Cl 1	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1-Lec 10, Cl 1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Równania różniczkowe cząstkowe z zastosowaniami w fizyce i przemyśle

Nazwa w języku angielskim: Partial differential equations with applications in physics and industry

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~*

Kod przedmiotu: MAT001563

Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	2			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody rzeczywistej i zespolonej analizy matematycznej
2. Zna i potrafi stosować elementarne pojęcia i metody z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu równań różniczkowych cząstkowych
- C2 Poznanie podstawowych zastosowań równań różniczkowych cząstkowych w nauce, technice i przemyśle
- c3 Nabycie podstawowych umiejętności w modelowaniu matematycznym za pomocą równań różniczkowych cząstkowych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia z głównych działów równań różniczkowych

PEK_W02 zna podstawy modelowania za pomocą równań różniczkowych w zagadnieniach technicznych lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii i biologii.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi analizować podstawowe zagadnienia z równań różniczkowych

PEK_U02 potrafi konstruować modele matematyczne za pomocą równań różniczkowych, wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach matematyki.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie wiadomości o równaniach różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu. Metoda charakterystyk, rozwiązania słabe oraz fale uderzeniowe.	4
Wy2	Równania cząstkowe II rzędu oraz ich klasyfikacja. Motywacje fizyczne.	2
Wy3	Równania paraboliczne i ich zastosowania (ciepło, dyfuzja). Zagadnienia początkowo-brzegowe, metoda rozdzielania zmiennych, transformata Fouriera, rozwiązanie fundamentalne, zasada maksimum.	8
Wy4	Równania hiperboliczne i ich zastosowania (drgania strun, membran i prętów; fale mechaniczne, akustyczne i elektromagnetyczne). Rozwiązanie d'Alemberta, zagadnienia początkowo-brzegowe, metoda rozdzielania zmiennych, rozwiązanie Kirchhoffa, zasada Huygensa.	8
Wy5	Równania eliptyczne i ich zastosowania (stacjonarny rozkład temperatury, potencjał grawitacyjny oraz elektrostatyczny). Zagadnienia brzegowe, funkcje własne, równanie Poissona, funkcja Greena.	6
Wy6	Rachunek wariacyjny oraz jego zastosowania. Równanie Eulera-Lagrange'a, mechanika Lagranżowska, równanie geodezyjnej, równanie powierzchni minimalnej.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cw1	Rozwiązywanie zagadnień z równań różniczkowych cząstkowych i ich zastosowań.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Ćwiczenia
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki, sprawozdania
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S.J.Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover Publications, 1993.
- [2] R.Haberman, Applied Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems, Pearson, 2012.
- [3] A. N. Tichonow, A. A. Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN 1963.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey & A. Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford University Press, Oxford 1999.
- [2] L. C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN 2002.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Wojciech Okrański (wojciech.okrasinski@pwr.edu.pl)
dr inż. Łukasz Płociniczak (lukasz.plociniczak@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
DIFFERENTIAL EQUATIONS MAT001536
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01 K2MST_mic_W02	C1-C3	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_mic_W03	C1-C3	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U06 K2MST_U08 K2MST_U09 K2MST_U15 K2MST_mic_U01	C1-C3	Cw1	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U16 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1-C3	Cw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1-C3	Wy1-Wy15, Cw1	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C3	Wy1-Wy15, Cw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Równania różniczkowe cząstkowe z zastosowaniami w fizyce i przemyśle

Name in English: Partial differential equations with applications in physics and industry

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): Mathematics for Industry and Commerce

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001536

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	180				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes		4			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	2			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply classical notions and methods of real and complex analysis.
2. Student knows and can apply elementary notions and methods of ordinary differential equations.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of basic notions and acquisition of knowledge in the area of differential equations.
- C2 Study of basic applications of partial differential equations in science, technology and industry.
- C3 Acquisition of basic abilities in mathematical modelling by partial differential equations.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge the student:

PEK_W01 knows the most important theorems from main areas of differential equations

PEK_W02 knows basics of modelling by differential equations in technology and natural sciences, especially in physics, chemistry and biology.

relating to skills the student:

PEK_U01 can analyze basic problems of differential equations,

PEK_U02 can construct mathematical models with the usage of differential equations in concrete applications of mathematics.

relating to social competences the student:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PEK_K02 understands necessity of systematic and individual work on the material of the course.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	A reminder of information concerning first order partial differential equations. Methods of characteristics, weak solutions and shock waves.	4
Lec2	Second order partial differential equations and their classification. Physical motivations.	2
Lec3	Parabolic equations and their applications (heat, diffusion). Initial-boundary problems, method of separation of variables, Fourier transform, fundamental solution, maximum principle.	8
Lec4	Hyperbolic equations and their applications (vibration of strings, membranes and beams; acoustical, mechanical and electromagnetic waves). D'Alembert's solution, initial-boundary problems, method of separation of variables, Kirchhoff's solution, Huygens' principle.	8
Lec5	Elliptic equations and their applications (stationary temperature distribution, gravitational and electrostatic potential). Boundary value problems, eigenfunctions, Poisson's equation, Green's function.	6
Lec6	The calculus of variations and its applications. Euler-Lagrange equation, Lagrangian mechanics, geodesic equation, minimal surface equation.	2
	Total hours	30
Form of classes - Class		Number of hours
Cl1	Solving of problems for differential equations and their applications.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method

N2. Tutorial class

N3. Consultations

N4. Student's personal work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Oral presentations, tests, written reports.
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1] S.J.Farlow, Partial Differential Equations for Scientists and Engineers, Dover Publications, 1993.		
[2] R.Haberman, Applied Partial Differential Equations with Fourier Series and Boundary Value Problems, Pearson, 2012.		
[3] A. N. Tichonow, A. A. Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN 1963.		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
[1] J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey & A. Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford University Press, Oxford 1999.		
[2] L. C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN 2002.		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Prof. dr hab. Wojciech Okrański (wojciech.okrasinski@pwr.edu.pl)		
dr inż. Łukasz Płociniczak (lukasz.plociniczak@pwr.edu.pl)		

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
DIFFERENTIAL EQUATIONS MAT001536
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01 K2MST_mic_W02	C1-C3	Lec1-Lec15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_mic_W03	C1-C3	Lec1-Lec15	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U06 K2MST_U08 K2MST_U09 K2MST_U15 K2MST_mic_U01	C1-C3	C11	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U16 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1-C3	C11	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1-C3	Lec1-Lec15 C11	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C3	Lec1-Lec15 C11	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	MODELE UBEZPIECZEŃ ŻYCIOWYCH
Nazwa w języku angielskim:	Life insurance models
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy):	Financial and Actuarial Mathematics
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001564
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu ubezpieczeń życiowych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia i metody matematyki aktuarialnej w zakresie ubezpieczeń życiowych

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce aktuarialnej

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce aktuarialnej w zakresie ubezpieczeń życiowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Rozkład przyszłego czasu trwania życia, w tym prawdopodobieństwo śmierci i przeżycia, natężenie zgonów.	2
Wy2	Tablice trwania życia	2
Wy3	Założenia dla wieków ułamkowych	2
Wy4	Analityczne prawa umieralności	2
Wy5	Modele wielostanowe oraz metody estymacji rozkładu trwania życia (w tym estymatory Nelsona-Aalena i Kaplana-Meiera)	4
Wy6	Ubezpieczenia płatne w momencie śmierci i na koniec roku śmierci	3
Wy7	Renty – przypadek dyskretny i ciągły	3
Wy8	Składki netto w ubezpieczeniach ciągłych i dyskretnych	4
Wy9	Funkcje komutacyjne	2
Wy10	Składki brutto	2
Wy11	Plany emerytalne	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie, rozwiązywanie zadań z egzaminu na aktuarusza	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] N. L. Bowers i inni „Actuarial Mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997.
- [2] H. U. Gerber „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin 1997.
- [3] D. Dickson, M. Hardy, H. Waters „Actuarial mathematics for life contingent risks” 2nd ed.; Cambridge University Press, Cambridge 2013

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

Dr hab. inż. Agnieszka Wyłomańska, prof. nadzw. (Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 MODELE UBEZPIECZEŃ ŻYCIOWYCH MAT001564
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_W22 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy15, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS					
SUBJECT CARD					
Name in Polish: MODELE UBEZPIECZEŃ ŻYCIOWYCH					
Name in English: Life insurance models					
Main field of study (if applicable): Applied Mathematics					
Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code MAT001564					
Group of courses YES / NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.5	1.5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the probability theory

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the classical concepts and acquisition of the knowledge of life insurance mathematics

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important concepts of life insurance mathematics

PEK_W02 knows principles of stochastic modeling in life insurance mathematics

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models used in life insurance mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Distribution of the future lifetime including probability of survival and death, force of mortality.	2
Lec 2	Life tables	2
Lec 3	Assumptions for fractional ages	2
Lec 4	Analytical laws of mortality	2
Lec 5	Multiple state models with estimation methods of their parameters and estimation methods of future lifetime (including Nelson-Aalen and Kaplan-Meier estimators)	4
Lec 6	Life insurance payable at the moment death and at the end of the year of death	3
Lec 7	Discrete and continuous annuities	3
Lec 8	Net premiums in fully discrete and continuous insurance contracts	4
Lec 9	Commutation functions	2
Lec 10	Gross premiums	2
Lec 11	Pension funds	4
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Solving of problems illustrating theory given in the lectures, solving of problems from actuarial exams	30
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture – traditional method. N2. Problem-solving classes. N3. Consultations. N4. Student’s self-work – preparation for the classes.		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral presentations, tests
$P=0.5*F1+0.5*F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u> [1] N. L. Bowers i inni „Actuarial Mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997 [2] H. U. Gerber „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin 1997 [3] D. Dickson, M. Hardy, H. Waters „Actuarial mathematics for life contingent risks” 2nd ed.; Cambridge University Press, Cambridge 2013
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS) Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl) Dr hab. inż. Agnieszka Wyłomańska, prof. nadzw. (Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
LIFE INSURANCE MODELS MAT001564
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
**APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Lec 1- Lec 15	1,3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_W22 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1- Lec 15	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	C1 1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1- Lec 15, C1 1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS SUBJECT CARD					
Name in Polish: Zarządzanie Ryzykiem Finansowym					
Name in English: Financial Risk Management					
Main field of study (if applicable): Applied Mathematics					
Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time /part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code MAT001565					
Group of courses YES /NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5	1,5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has an elementary knowledge of financial markets and (discrete and continuous) models of financial mathematics

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Learning and mastery of key concepts and methods in the field of financial mathematics

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important models and techniques of financial engineering

PEK_W02 knows the basics of stochastic and numerical modeling in financial engineering

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models used in financial engineering

relating to social competences:

PEK_K01 can by himself search for information in the literature, even in foreign languages

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes – lecture		Number of hours
Lec 1	Fundamental theorems of asset pricing - overview	2
Lec 2	Greek parameters, delta/gamma hedging	2
Lec 3	Volatility modeling	2
Lec 4	Exotic options – overview	4
Lec 5	Stochastic control	2
Lec 6	Risk measures and financial risk	2
Lec 7	Portfolio pricing	2
Lec 8	Construction of optimal portfolio, effectiveness measures of investment portfolio	2
Lec 9	Measuring of default, asset and liability management and hedging strategies, immunization	2
Lec 10	Credit risk management	4
Lec 11	Operational risk management	2
Lec 12	Time variation in risk	2
Lec 13	Backtesting and stress testing	2
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Illustration of all models.. Analytical and computer methods. Examples of pricing derivatives.	30
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture problem - traditional method. N2. Problem and counting exercises. N3. Consultations. N4. Student's self work - preparation for exercises.		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement

F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral responses, tests, small tests
P=0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT [2] P. Jorion (2003) Financial risk manager handbook, Wiley.</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[3] P. Willmott (2006) On Quantitative Finance, Wiley. [4] A. J. McNeil R. Frey, P. Embrechts (2015) Quantitative Risk Management Concepts, Techniques and Tools, Princeton University Press.</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Prof. dr hab. Zbigniew Palmowski (Zbigniew.Palmowski@pwr.edu.pl)		

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT FINANCIAL RISK MANAGEMENT MAT001565
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION FINANCIAL AND ACTUARIAL
MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Cl 1	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1-Lec 10, Cl 1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: ZARZĄDZANIE RYZYKIEM FINANSOWYM

Nazwa w języku angielskim: Financial Risk Management

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Financial and Actuarial Mathematics

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~/ wybieralny / ~~ogólnouczelniany*~~

Kod przedmiotu MAT001565

Grupa kursów TAK / ~~NIE*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student posiada elementarną wiedzę na temat rynków finansowych i podstawowych (dyskretnych i ciągłych) modeli matematyki finansowej

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie i opanowanie najważniejszych pojęć i produktów w inżynierii finansowej

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze metody i produkty z inżynierii finansowej

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego i numerycznego w inżynierii finansowej

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w inżynierii finansowej

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wycena martyngałowa instrumentów pochodnych – przegląd	2
Wy2	Parametry greckie, strategie delta/gamma hedging	2
Wy3	Zmienność cen akcji	2
Wy4	Opcje egzotyczne – przegląd	4
Wy5	Stochastyczne sterowanie	2
Wy6	Miary ryzyka i ryzyko finansowe	2
Wy7	Wycena portfela	2
Wy8	Konstrukcja optymalnego portfela, miary efektywności portfela inwestycyjnego	2
Wy9	Ocena niewypłacalności, zarządzanie aktywami i pasywami i strategie zabezpieczające, immunizacja	2
Wy10	Zarządzanie ryzykiem kredytowym	4
Wy11	Zarządzanie ryzykiem operacyjnym	2
Wy12	Zmienność ryzyka w czasie	2
Wy13	Testowanie	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ilustracja modeli. Metody analityczne i komputerowe. Przykłady wyceny instrumentów pochodnych, analiza miar ryzyka, testy.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	Egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT
- [2] P. Jorion (2003) Financial risk manager handbook, Wiley.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] P. Willmott (2006) On Quantitative Finance, Wiley.
- [4] A. J. McNeil R. Frey, P. Embrechts (2015) Quantitative Risk Management Concepts, Techniques and Tools, Princeton University Press.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Zbigniew Palmowski (Zbigniew.Palmowski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
FINANCIAL RISK MANAGEMENT MAT001565
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy10, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Finanse Obliczeniowe

Nazwa w języku angielskim: Computational Finance

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

**Specjalność (jeśli dotyczy): FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS,
COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu: MAT001566

Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i potrafi stosować podstawowe metody z zakresu matematyki finansowej.
2. Student zna podstawy programowania komputerów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie pojęć i opanowanie wiedzy dotyczącej algorytmów i metod finansów obliczeniowych
- C2 Nabycie umiejętności implementacji wybranych modeli i metod

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele matematyczne i techniki obliczeniowe stosowane w finansach

PEK_W02 ma pogłębioną wiedzę z zakresu implementacji numerycznej wybranych metod wyceny instrumentów pochodnych

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi zaimplementować i wykorzystać w praktyce metody obliczeniowe stosowane w finansach

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze naukowej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1-2	Instrumenty pochodne: kontrakty forward, futures, wymiany i opcje. Konstrukcja portfeli i wycena. Analiza wrażliwości.	4
Wy3-4	Wycena opcji na drzewkach: drzewka CRR, JR i „dokładne”. Strategie zabezpieczające. Drzewka trójmianowe.	4
Wy5-6	Wycena opcji zależnych od trajektorii na drzewkach.	4
Wy7-8	Monte Carlo (MC): schematy Eulera i Milsteina, redukcja wariancji, zmienne skorelowane, liczby quasi-losowe.	4
Wy9-10	Wycena opcji amerykańskich metodą MC.	4
Wy11-12	Schematy różnicowe: jawny, ukryty, Cranka-Nicolsona, hopscotch.	4
Wy13-14	Metoda równań różniczkowych cząstkowych.	4
Wy15	Test zaliczeniowy.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Implementacja numeryczna (Matlab, R, Excel/VB, C++, Java lub/i Python) algorytmów i metod omawianych na wykładzie	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Laboratoria – metoda tradycyjna.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca	Numer efektu	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
----------------------	--------------	---

(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	kształcenia	
F1	PEK_W01 PEK_W02	Kolokwium
F2	PEK_U01 PEK_K01	Odpowiedzi ustne, kartkówki, projekty.
P=0.5F1+0.5F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Hull (2008) Options, Futures and Other Derivatives (7th Edition), Prentice Hall
 [2] J. London (2005) Modeling Derivatives in C, Wiley
 [3] A. Weron, R. Weron (1998, ..., 2009) Inżynieria finansowa, WNT.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] Z. Bodie, A. Kane, A.J. Marcus (2007) Essentials of Investments (6th ed.), McGraw-Hill
 [5] M. Capiński, T. Zastawniak (2003) Mathematics for Finance: An Introduction to Financial Engineering, Springer
 [6] P.Cizek, W.Härdle, R.Weron, eds. (2011) Statistical Tools for Finance and Insurance, Springer
 [7] J. Franke, W. Härdle, C Hafner (2005) Introduction to Statistics of Financial Markets, Springer
 [8] P. Glasserman (2004) Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer
 [9] P. Wilmott (2000) Paul Wilmott on Quantitative Finance, Wiley

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Rafał Weron (rafal.weron@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 FINANSE OBLICZENIOWE MAT001566
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS,
 COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04, K2MST_W09 K2MST_fam_W01 K2MST_cm_W01	C1, C2	Wy1-Wy15	1
PEK_W02	K2MST_W08, K2MST_W10 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03 K2MST_cm_W02	C1, C2	Wy1-Wy15	1

	K2MST_cm_W03			
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15, K2MST_U16, K2MST_U17, K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C2	Wy1-Wy15 La1-La15	1,2
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1, C2	La1-La15	2

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Finanse Obliczeniowe

Name in English: Computational Finance

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS,
COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Level and form of studies: ~~1st~~/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~-/ optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001566

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic notions of financial mathematics.
2. Student knows basics of computer programming.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of concepts and acquisition of knowledge concerning algorithms and methods in computational finance

C2 Acquisition of abilities in implementing selected models and methods

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge the student:

PEK_W01 knows basic models and algorithms used in finance

PEK_W02 has in-depth knowledge regarding numerical implementation of selected derivatives pricing techniques

relating to skills the student:

PEK_U01 can implement and apply in practice computational techniques used in finance

relating to social competences the student:
 PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the scientific literature

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1-2	Derivatives: forwards, futures, swaps and options. Portfolio construction and pricing. Sensitivity analysis.	4
Lec3-4	Binomial pricing: CRR, JR and „exact” trees. Hedging strategies. Trinomial trees.	4
Lec5-6	Binomial and trinomial pricing of path dependent derivatives.	4
Lec7-8	Monte Carlo (MC): Euler and Milstein schemes, variance reduction, correlated variates, quasi-random numbers.	4
Lec9-10	MC pricing of American options.	4
Lec11-12	Finite difference schemes: explicit, implicit, Crank-Nicolson, hopscotch.	4
Lec13-14	Partial differential equations technique.	4
Lec15	Test	2
Total hours		30

Form of classes - Class		Number of hours
La1-15	Implementation (Matlab, R, Excel/VB, C++, Java and/or Python) of algorithms and methods discussed during lectures	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED
N1. Lecture – traditional method N2. Laboratory – traditional method

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02	Written test

F2	PEK_U01 PEK_K01	Discussions, tests, projects.
P=0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] J. Hull (2008) Options, Futures and Other Derivatives (7th Edition), Prentice Hall [2] J. London (2005) Modeling Derivatives in C, Wiley [3] A. Weron, R. Weron (1998, ..., 2009) Inżynieria finansowa, WNT.</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[4] Z. Bodie, A. Kane, A.J. Marcus (2007) Essentials of Investments (6th ed.), McGraw-Hill [5] M. Capiński, T. Zastawniak (2003) Mathematics for Finance: An Introduction to Financial Engineering, Springer [6] P.Cizek, W.Härdle, R.Weron, eds. (2011) Statistical Tools for Finance and Insurance, Springer [7] J. Franke, W. Härdle, C Hafner (2005) Introduction to Statistics of Financial Markets, Springer [8] P. Glasserman (2004) Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer [9] P. Wilmott (2000) Paul Wilmott on Quantitative Finance, Wiley</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Prof. dr hab. Rafał Weron (rafal.weron@pwr.edu.pl)		

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
COMPUTATIONAL FINANCE MAT001566
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS AND SPECIALIZATION FINANCIAL AND
ACTUARIAL MATHEMATICS, COMPUTATIONAL
MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04, K2MST_W09 K2MST_fam_W01 K2MST_cm_W01	C1, C2	Lec1-Lec15	1
PEK_W02	K2MST_W08, K2MST_W10 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1, C2	Lec1-Lec15	1
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15, K2MST_U16, K2MST_U17, K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C2	Lec1-Lec15 La1-La15	1,2
PEK_K01 (competences)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1, C2	La1-La15	2

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: MODELE UBEZPIECZENIOWE W PRZEMYŚLE

Nazwa w języku angielskim: Insurance models for industry

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu: MAT001567

Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody teorii procesów stochastycznych
2. Ma podstawową znajomość pakietu Matlab

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu ubezpieczeń przemysłowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia i metody matematyki aktuarialnej w zakresie ubezpieczeń przemysłowych

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce aktuarialnej

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce aktuarialnej w zakresie ubezpieczeń przemysłowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Rodzaje ubezpieczeń przemysłowych. System Wyłagalność II w Dziale II ubezpieczeń.	2
Wy2	Zasady ustalania składek ubezpieczeniowych, miary ryzyka	2
Wy3	Franszyzy i ich rodzaje. Wycena składki netto przy założeniu franszyzy.	2
Wy4	Model ryzyka indywidualnego.	2
Wy5	Aproksymacja modelu indywidualnego.	2
Wy6	Model ryzyka kolektywnego. Rozkłady częstości i wysokości szkód. Parametry i rozkład zagregowanej wypłaty.	2
Wy7	Złożony rozkład Poissona. Twierdzenie o łączeniu ryzyk i jego zastosowania.	2
Wy8	Klasa rozkładów (a,b). Wzory rekurencyjne. Mieszane rozkłady Poissona.	2
Wy9	Proces ryzyka. Współczynnik dopasowania. Twierdzenia o prawdopodobieństwie ruiny.	4
Wy10	Rozkład maksymalnej zagregowanej wypłaty a prawdopodobieństwo ruiny. Wzór Pollaczka-Chinczyna.	3
Wy11	Aproksymacje prawdopodobieństwa ruiny w skończonym i nieskończonym czasie.	2
Wy12	System Bonus-Malus	2
Wy13	Teoria zaufania	3
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Laboratorium ilustrujące zagadnienia z wykładów	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu MATLAB
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] N. L. Bowers i inni, Actuarial Mathematics, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997.
- [2] P. Cizek, W. Haerdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Banks, Alternative risk transfer, Wiley, 2003.
- [2] S. A. Klugman, H. H. Panjer, G. E. Willmot, Loss Models: From Data to Decisions, Wiley, 2012.
- [3] H. H. Panjer, G. E. Willmot, Insurance risk models, Society of Actuaries, 1992.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

Dr hab. inż. Agnieszka Wyłomańska, prof. nadzw. (Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
MODELE UBEZPIECZENIOWE W PRZEMYSŁE MAT001567
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01 K2MST_fam_W02	C1	Wy1-Wy12	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy12	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy12, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: MODELE UBEZPIECZENIOWE W PRZEMYSŁE

Name in English: Insurance models for industry

Main field of study (if applicable): Applied Mathematics

Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*

Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*

Subject code MAT001567

Group of courses YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the stochastic processes
2. Student knows principles of MATLAB numerical computing environment

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the classical concepts and acquisition of the knowledge of insurance models in industry

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important concepts of insurance models in industry

PEK_W02 knows principles of stochastic modeling in actuarial mathematics

relating to skills:

PEK_U01 can construct actuarial models, that can be applied to industry insurance

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture	Number of hours
---------------------------	-----------------

Lec 1	Types of insurance policies in industry. Solvency II in Non-Life Insurance.	2
Lec 2	Premium principles, risk measures.	2
Lec 3	Franchises and their types. Pricing of net premiums with franchise.	2
Lec 4	Individual risk model.	2
Lec 5	Approximations for total loss in individual risk model	2
Lec 6	Collective risk model. Frequency and severity distributions of claims. Parameters and distributions of aggregate claim amount.	2
Lec 7	Compound Poisson model. Practical consequences of the theorem on the sum of compound Poisson risk.	2
Lec 8	The (a,b) class of distribution. Mixed Poisson model.	2
Lec 9	Risk proces. The adjustment coefficient. The probability of ruin.	4
Lec 10	Distribution of the maximal aggregate coefficient and ruin probability. Pollaczek-Khinchin formula.	3
Lec 11	Approximations of ruin probability in finite and infinite time horizon	2
Lec 12	System Bonus-Malus	2
Lec 13	Credibility theory	3
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving of problems illustrating theory given in the lectures	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method
N2. Computer laboratory with MATLAB numerical computation environment
N3. Consultations
N4. Student’s self-work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral presentations, tests
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] N. L. Bowers i inni, Actuarial Mathematics, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997
- [2] P. Cizek, W. Haerdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011

SECONDARY LITERATURE:

- [1] E.Banks, Alternative risk transfer, Wiley, 2003
- [2] S. A. Klugman, H. H. Panjer, G. E. Willmot, Loss Models: From Data to Decisions, Wiley, 2012
- [3] H. H. Panjer, G. E. Willmot, Insurance risk models, Society of Actuaries, 1992

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

Dr hab. inż. Agnieszka Wylomańska, prof. nadzw. (Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
INSURANCE MODELS FOR INDUSTRY MAT001567
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **APPLIED
MATHEMATICS**
AND SPECIALIZATION **FINANCIAL AND ACTUARIAL
MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01 K2MST_fam_W02	C1	Lec 1- Lec 12	1,3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1- Lec 12	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Lab 1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1- Lec 12, Lab 1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: REZERWY W UBEZPIECZENIACH ŻYCIOWYCH I MAJĄTKOWYCH	
Nazwa w języku angielskim: Reserves in life and non-life insurance	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS	
Specjalność (jeśli dotyczy): Financial and Actuarial Mathematics	
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu: MAT001568	
Grupa kursów: TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa.
2. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody matematyki aktuarialnej w zakresie ubezpieczeń przemysłowych i życiowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu wyznaczania rezerw dla ubezpieczeń życiowych i majątkowych.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia i metody matematyki aktuarialnej w zakresie tworzenia rezerw w ubezpieczeniach życiowych i majątkowych

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce aktuarialnej ubezpieczeń życiowych i majątkowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne wykorzystywane w matematyce aktuarialnej w zakresie tworzenia rezerw w ubezpieczeniach życiowych i majątkowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do wykładu, przegląd rodzajów rezerw ubezpieczeniowych.	2
Wy2	Rezerwy netto w ubezpieczeniach na życie.	4
Wy3	Strata ubezpieczyciela (tw. Hattendorffa).	2
Wy4	Zysk techniczny i sposoby jego podziału.	2
Wy5	Rezerwy brutto w ubezpieczeniach na życie, rezerwa Zillmera.	2
Wy6	Ubezpieczenia od wielu przyczyn: składki netto, rezerwy.	4
Wy7	Ubezpieczenia „na wiele żyć”: składki netto, rezerwy.	6
Wy8	Rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe w ubezpieczeniach majątkowych, w tym trójkąty szkodowe, metoda chain-ladder, rezerwa IBNR, rezerwa składek.	4
Wy9	System Wypłacalność II a rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe, w tym najlepsze oszacowanie, margines ryzyka, rezerwy dla celów rachunkowości.	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie, rozwiązywanie zadań z egzaminu na aktuarusza	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, prezentacje
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] N. L. Bowers i inni „Actuarial Mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997.
- [2] H. U. Gerber „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin 1997.
- [3] M. J. Goovaerts i inni „Effective Actuarial Methods”; North Holland, 1990.
- [4] R. Kaas i inni „Modern Actuarial Risk Theory”; Kluwer Academic Publishers, 2001.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

Dr inż. Marek Teuerle (Marek.Teuerle@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
REZERWY W UBEZPIECZENIACH ŻYCIOWYCH I MAJĄTKOWYCH
MAT001568
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Wy1-Wy8	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy8	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy8, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS					
SUBJECT CARD					
Name in Polish: REZERWY W UBEZPIECZENIACH ŻYCIOWYCH I MAJĄTKOWYCH					
Name in English: Reserves in life and non-life insurance					
Main field of study (if applicable): Applied Mathematics					
Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code MAT001568					
Group of courses YES / NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.5	1.5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the probability theory
2. Student knows and can apply basic concepts of actuarial mathematics including life and non-life insurance.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the classical concepts and acquisition of the knowledge of reserving in life and non-life insurance

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important concepts of reserving in life and non-life insurance mathematics

PEK_W02 knows principles of stochastic modeling in life and non-life insurance mathematics

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models used in reserving in life and non-life insurance mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to the course, survey over provision types.	2
Lec 2	Net reserves in life insurance.	4
Lec 3	Decomposition of the loss random variable (Hattendorff's theorem).	2
Lec 4	Technical gain.	2
Lec 5	Gross reserves in life insurance, Zillmer's reserve	2
Lec 6	Multiple decrement model: net premiums and reserves	4
Lec 7	Multiple life insurance: net premiums and reserves	6
Lec 8	Provisions in non-life insurance, including loss data triangles, chain-ladder method, IBNR, premium reserve	4
Lec 9	Solvency II - technical provisions, best estimate, risk margin, technical provisions for accounting purposes	4
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Solving of problems illustrating theory given in the lectures, solving of problems from actuarial exams	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method.

N2. Problem-solving classes.

N3. Consultations.

N4. Student's self-work – preparation for the classes.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01	exam

	PEK_W02 PEK_K01	
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral presentations, tests
P=0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] N. L. Bowers et al. „Actuarial Mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997.</p> <p>[2] H. U. Gerber „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin 1997.</p> <p>[3] M. J. Goovaerts et al. „Effective Actuarial Methods”; North Holland, 1990.</p> <p>[4] R. Kaas et al. „Modern Actuarial Risk Theory”; Kluwer Academic Publishers, 2001.</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
<p>Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)</p> <p>Dr inż. Marek Teuerle (Marek.Teuerle@pwr.edu.pl)</p>		

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
 SUBJECT
 RESERVES IN LIFE AND NONLIFE INSURANCE MAT001568
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
 APPLIED MATHEMATICS
 AND SPECIALIZATION
 FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Lec 1- Lec 8	1,3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1- Lec 8	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	CI 1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1- Lec 8, CI 1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: ZARZĄDZANIE RYZYKIEM W UBEZPIECZENIACH

Nazwa w języku angielskim: Risk management in insurance

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Financial and Actuarial Mathematics

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~/ wybieralny / ~~ogólnouczelniany*~~

Kod przedmiotu: MAT001569

Grupa kursów: TAK / ~~NIE*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5			1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa.
2. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody ubezpieczeń życiowych i majątkowych
3. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody związane z wyznaczeniem rezerw dla ubezpieczeń życiowych i majątkowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu zarządzania ryzykiem w ubezpieczeniach życiowych i majątkowych.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenia i metody związane z zarządzaniem ryzykiem w zakresie ubezpieczeń życiowych i majątkowych

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w zarządzaniu ryzykiem

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne oraz używać metod wykorzystywanych w zarządzaniu ryzykiem w zakresie ubezpieczeń życiowych i majątkowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Zarządzanie ryzykiem w zakładzie ubezpieczeń, funkcja aktuarialna i funkcja zarządzania ryzykiem.	2
Wy2	Zarządzanie kapitałem, apetyt na ryzyko, miary ryzyka (w tym RAROC, RORAC).	2
Wy3	System Wypłacalność II: wymogi kapitałowe, formuła standardowa, modele wewnętrzne, rodzaje ryzyka ubezpieczeniowego	6
Wy4	Testy zyskowności i ekspozycji na ryzyko portfeli ubezpieczeniowych, monitorowanie założeń modeli aktuarialnych.	4
Wy5	Metody redukcji ekspozycji na ryzyko, metody i instrumenty transferu ryzyka, w tym alternatywne metody transferu ryzyka (ART).	4
Wy6	Reasekuracja proporcjonalna i nieproporcjonalna jako metody zarządzania ryzykiem.	4
Wy7	Taryfy aktuarialne w ubezpieczeniach majątkowych i w ubezpieczeniach na życie, czynniki ryzyka.	2
Wy8	Zastosowania instrumentów pochodnych w ubezpieczeniach.	3
Wy9	Wycena obligacji katastroficznych.	3
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Przygotowanie i prezentacja projektów związanych z tematyką wykładu.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje.
2. Prezentacje cząstkowa i prezentacja końcowa projektów przez studentów
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie projektu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	Prezentacje cząstkowa i prezentacja końcowa projektu
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] N. L. Bowers i inni, „Actuarial mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois, 1997.
- [2] H. U. Gerber, „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [3] C. D. Daykin i inni, „Practical risk theory for actuaries”, Chapman & Hall, London, 1996.
- [4] R. Kaas, M. Goovaerts, J. Dhaene, M. Denuit „Modern actuarial Risk Theory”, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [5] P.M. Booth, R. G. Chadburn, S. Haberman et al. „Modern actuarial theory and practice” 2nd ed.; Chapman & Hall, 2005
- [6] M. V. Wüthrich, M. Merz, „Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- [7] DIRECTIVE 2009/138/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. Hölscher, P. Harding, G. M. Becker, „ Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios”, HfB – Working Paper Series, 2005.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Marek Teuerle (Marek.Teuerle@pwr.edu.pl)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
METODY AKTUARIALNE W ZARZĄDZANIU RYZYKIEM MAT001569
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Wy1-Wy9	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Wy1-Wy9	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Pr1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Wy1-Wy9, Pr1	1, 2, 3, 4

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS SUBJECT CARD					
Name in Polish: ZARZĄDZANIE RYZYKIEM W UBEZPIECZENIACH					
Name in English: Risk management in insurance					
Main field of study (if applicable): Applied Mathematics					
Specialization (if applicable): Financial and Actuarial Mathematics					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code MAT001569					
Group of courses YES / NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2			2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.5			1.5	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the probability theory
2. Student knows and can apply basic concepts of actuarial mathematics including life and non-life insurance.
3. Student knows and can apply basic concepts of reserving in life and non-life insurance mathematics

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the classical concepts and acquisition of the knowledge of risk management in life and non-life insurance

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important concepts of risk management in life and non-life insurance mathematics

PEK_W02 knows principles of stochastic modeling in risk management

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models and apply methods used in risk management in life and non-life insurance mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Risk management in insurance, actuarial function, risk management function	2
Lec 2	Capital management, risk appetite, risk measures (including RAROC, RORAC)	2
Lec 3	Solvency II: capital requirements, standard formula, internal models, risk categories	6
Lec 4	Profitability and risk exposure tests, monitoring of actuarial assumptions or parameters	4
Lec 5	Risk exposure reduction methods, methods and instruments of risk transfer including alternative risk transfers (ART)	4
Lec 6	Proportional and non-proportional reinsurance as method of risk exposure reduction	4
Lec 7	Actuarial pricing in life and non-life insurance, risk factors.	2
Lec 8	Application of derivatives in insurance	3
Lec 9	Pricing of catastrophe bonds.	3
	Total hours	30
Form of classes - project		Number of hours
Pr 1	Preparation and presentations of projects illustrating theory given in the lectures.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method and presentations
- N2. Student partial project presentation and final presentation
- N3. Consultations
- N4. Student's self-work – work on the project development

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P –	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
--	---------------------------	--

concluding (at semester end)		
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	Partial project presentations, final project presentation
$P=0.5*F1+0.5*F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] N. L. Bowers i inni, „Actuarial mathematics”, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois, 1997.
- [2] H. U. Gerber, „Life insurance mathematics”, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [3] C. D. Daykin i inni, „Practical risk theory for actuaries”, Chapman & Hall, London, 1996.
- [4] R. Kaas, M. Gooveaerts, J. Dhaene, M. Denuit „Modern actuarial Risk Theory”, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [5] P.M. Booth, R. G. Chadburn, S. Haberman et al. „Modern actuarial theory and practice” 2nd ed.; Chapman & Hall, 2005
- [6] M. V. Wüthrich, M. Merz, „Financial Modeling, Actuarial Valuation and Solvency in Insurance”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.
- [7] DIRECTIVE 2009/138/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II)

PRIMARY LITERATURE:

- [1] L. Hölscher, P. Harding, G. M. Becker, „ Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios”, HfB – Working Paper Series, 2005.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr inż. Marek Teuerle (Marek.Teuerle@pwr.edu.pl)

Dr hab. inż. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
 SUBJECT
 ACTUARIAL METHODS IN RISK MANAGEMENT MAT001569
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
 APPLIED MATHEMATICS
 AND SPECIALIZATION
 FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_fam_W01	C1	Lec 1- Lec 9	1,3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_fam_W02 K2MST_fam_W03	C1	Lec 1- Lec 9	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_fam_U01 K2MST_fam_U02 K2MST_fam_U03	C1	Pr 1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_fam_K01 K2MST_fam_K02	C1	Lec 1- Lec 9, Pr 1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: METODY NUMERYCZNE W RÓWNANIACH RÓŻNICZKOWYCH	
Nazwa w języku angielskim: Numerical methods in differential equations	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS	
Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce	
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001570
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student ma podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu analizy matematycznej
2. Posiada podstawową znajomość środowisk programistycznych Matlab/Mathematica/Mapple

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu metod numerycznych stosowanych w równaniach różniczkowych.
- C2 Poznanie podstawowych technik numerycznych stosowanych w dyskretyzacji równań różniczkowych.
- C3 Nabycie podstawowych umiejętności w konstruowaniu i analizowaniu schematów różnicowych dla równań różniczkowych.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze techniki numeryczne stosowane w rozwiązywaniu zagadnień z równań różniczkowych

PEK_W02 zna podstawy konstruowania własnych schematów numerycznych

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi analizować podstawowe zagadnienia z równań różniczkowych pod względem zastosowania odpowiednich metod przybliżonych

PEK_U02 potrafi konstruować modele matematyczne oparte na równaniach różniczkowych i ich dyskretnych formach wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach matematyki.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych faktów teorii równań różniczkowych zwyczajnych.	2
Wy2	Jawna i niejawna metoda Eulera przybliżonego rozwiązywania równań i układów równań różniczkowych zwyczajnych.	2
Wy3	Metody typu Rungego-Kutty i inne schematy aproksymacji równań różniczkowych zwyczajnych i ich układów.	2
Wy3	Metody wielokrokowe, stabilność metody numerycznej. Zagadnienia sztywne.	2
Wy4	Metody aproksymacji zagadnień brzegowych dla równań zwyczajnych II rzędu-metody wstrzeliwania i metody różnicowe.	2
Wy5	Metody aproksymacji zagadnień brzegowych dla równań zwyczajnych II rzędu-metoda Ritza-Galerkina.	2
Wy6	Metody różnicowe dla równań cząstkowych I rzędu. Warunek CFL.	2
Wy7	Przypomnienie podstawowych faktów z teorii równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.	2
Wy8	Różnicowa aproksymacja eliptycznych zagadnień brzegowych na płaszczyźnie.	4
Wy9	Sformułowanie wariacyjne zagadnień brzegowych dla równań typu eliptycznego.	2
Wy10	Metoda Ritza-Galerkina i elementów skończonych dla zagadnień eliptycznych.	2

Wy11	Metody różnicowe dla zagadnień parabolicznych. Schematy jawne i niejawne dla równania przewodnictwa ciepła.	2
Wy12	Stabilność metody przybliżonej. Schemat Crancka-Nicholson dla równań typu parabolicznego.	2
Wy13	Metody różnicowe dla zagadnienia struny drgającej i innych zagadnień hiperbolicznych.	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Komputerowa konstrukcja rozwiązań równań różniczkowych zwyczajnych.	4
La2	Praktyczna weryfikacja skuteczności automatycznej kontroli dokładności.	2
La3	Wizualizacja i porównywanie użyteczności różnych metod.	4
La4	Algorytmy dla metod numerycznych rozwiązywania jednowymiarowych zagadnień brzegowych dla równań eliptycznych.	4
La5	Dyskretyzacja zagadnień hiperbolicznych I rzędu. Warunki stabilności i zbieżności metod przybliżonych.	4
La6	Dyskretyzacja dwuwymiarowego zagadnienia brzegowego dla równania eliptycznego.	4
La7	Schematy różnicowe aproksymacji jednowymiarowego równania parabolicznego.	4
La8	Metoda różnicowa dyskretyzacji równania struny drgającej.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna 2. Laboratorium problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna i z zastosowaniem komputera 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	prezentacja przydzielonego problemu
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5*F1+0.5*F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Numerical Analysis [2] R. M. Mattheij, S. W. Rienstra, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, Partial [3] Stig Larsson, Vidar Thomee, Partial differential equations with numerical methods <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] L. Lapidus, G. F. Pinder, Numerical solution of partial differential equations in science and engineering, John Wiley & Sons, 1998 [2] R. J. Le Vegue, Numerical Methods for conservation laws, Birkhauser, Basel 1990 [3] J. W. Thomas, Numerical partial differential equations: conservation laws and elliptic equations, Springer, New York 1999
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Wojciech Mydlarczyk (Wojciech.Mydlarczyk@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
METODY NUMERYCZNE W RÓWNANIACH RÓŻNICZKOWYCH MAT001570
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1-C3	Wy1-Wy13	1, 3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1-C3	Wy1-Wy13	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15, K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U28 K2MST_U29 K2MST_mic_U01	C1-C3	La1- La8	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U16 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1-C3	La1- La8	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1-C3	Wy1-Wy13, La1- La8	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C3	Wy1-Wy13, La1- La8	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: METODY NUMERYCZNE W RÓWNANIACH RÓŻNICZKOWYCH

Name in English: Numerical methods in differential equations

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): Mathematics for Industry and Commerce

Level and form of studies: ~~1st~~ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001570

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic knowledge and abilities on mathematical analysis.
2. Student has basic knowledge concerning programming environments: Matlab/Mathematica/Mapple.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of basic notions and knowledge in the area of numerical methods applied in differential equations
- C2 Study of basic numerical techniques used in discretization of differential equations.
- C3 Acquisition of basic abilities in constructing and analyzing difference schemes for differential equations

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge student:

PEK_W01 knows the most important numerical techniques used in solving problems for differential equations

PEK_W02 knows bases of constructing own numerical schemes

relating to skills student:

PEK_U01 is able to analyze basic problems in differential equations with respect to application of suitable approximate methods

PEK_U02 is able to construct mathematical models used in concrete applications of mathematics, based on differential equations and their discrete forms.

...

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature

PEK_K02 understands necessity of systematic and individual work on the material of the course.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Recalling basic facts of theory of ordinary differential equations.	2
Lec 2	Explicit and implicit Euler method of approximate solving of ordinary differential equations and their systems.	2
Lec 3	Runge-Kutta type methods and other schemes of approximation of ordinary differential equations and their systems.	2
Lec 4	Multi-step methods, stability of numerical methods. Stiff problems.	2
Lec 5	Methods of approximation of boundary value problems for second order ordinary differential equations: shooting methods and difference methods.	2
Lec 6	Methods of approximation of boundary value problems for second order ordinary differential equations: Ritz-Galerkin method.	2
Lec 7	Difference methods for first order partial differential equations. CFL condition.	2
Lec 8	Recalling basic facts of theory of second order partial differential equations.	2
Lec 9	Difference approximation of elliptic boundary value problems on the plane.	2
Lec 10	Variational formulation of boundary value problems for elliptic type equations.	2
Lec 11	Ritz-Galerkin and finite element methods for elliptic problems.	2
Lec 12	Difference methods for parabolic problems. Explicit and implicit schemes for heat conduction equation.	2
Lec 13	Stability of approximate method. Crank-Nicholson scheme for equations of parabolic type.	2
Lec 14	Difference methods for the vibrating string problem and other	4

	hyperbolic problems.	
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Computer construction of solution of ordinary differential equations.	4
Lab 2	Practical verifying of efficacy of automatic exactness control.	2
Lab 3	Visualization and comparison of usefulness of various methods.	4
Lab 4	Algorithms for numerical methods of solution of one-dimensional boundary value problems for elliptic equations.	4
Lab 5	Discretisation of hyperbolic first order problems. Conditions of stability and convergence of approximate methods.	4
Lab 6	Discretization of two-dimensional boundary value problem for elliptic equations.	4
Lab 7	Difference schemes of approximation of one-dimensional parabolic equation.	4
Lab 8	Difference method of discretization of the vibrating string equation.	4
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED
N1. Lecture – traditional method. N2. Problem and computing laboratory – traditional and using computers method. N3. Consultations. N4. Student's personal work – preparation for the laboratory.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	Presentation of given problems.
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Oral presentations, tests.
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Numerical Analysis.
- [2] R. M. Mattheij, S. W. Rienstra, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, Partial differential equations. Modeling, analysis and computations.
- [3] Stig Larsson, Vidar Thomee, Partial differential equations with numerical methods.

SECONDARY LITERATURE

- [1] L. Lapidus, G. F. Pinder, Numerical solution of partial differential equations in science and engineering, John Wiley & Sons, 1998
- [2] R. J. Le Vegue, Numerical Methods for conservation laws, Birkhauser, Basel 1990
- [3] J. W. Thomas, Numerical partial differential equations: conservation laws and elliptic equations, Springer, New York 1999

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. Wojciech Mydlarczyk (Wojciech.Mydlarczyk@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
NUMERICAL METHODS IN DIFFERENTIAL EQUATIONS MAT001570
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION **MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1-C3	Lec1- Lec14	1,3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1-C3	Lec1- Lec14	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15, K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U28 K2MST_U29 K2MST_mic_U01	C1-C3	La1-La8	2,3,4
PEK_U02	K2MST_U16 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1-C3	La1-La8	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1-C3	Lec1- Lec14, La1-La8	1,2,3,4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C3	Lec1- Lec14, La1-La8	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS					
SUBJECT CARD					
Name in Polish WSTĘP DO STOSOWANEJ DYNAMIKI CIECZY					
Name in English INTRODUCTION TO APPLIED FLUID DYNAMICS					
Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time *					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide *					
Subject code MAT001571					
Group of courses YES / NO *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2			2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5			1,5	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has the standard knowledge of the classical concepts, theorems and methods of real and complex analysis
2. Student has basic knowledge of concepts and methods of the ordinary differential equations

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the advanced methods of mathematical analysis in mathematical modeling of the dynamics fluid phenomena.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows advanced theorems of the Real and complex analysis related to the fluid dynamics

PEK_W02 has advanced knowledge concerning mathematical analysis: is able to understand formulations of the studied problems related to the fluid dynamics

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models applied in the fluid dynamics

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Reminder of the vector analysis elements	2
Lec 2	Reminder of the vector analysis elements	2
Lec 3	Reminder of the complex analysis elements	2
Lec 4	Conformal mappings	2
Lec 5	Laws of conservation	2
Lec 6	Equations of motion for an ideal fluid	2
Lec 7	Elementary viscous flow	2
Lec 8	Waves	2
Lec 9	Waves	2
Lec 10	Shock waves modelling	2
Lec 11	Classical aerofoil theory	2
Lec 12	Classical aerofoil theory	2
Lec 13	Nonlinear models in diffusion phenomena	2
Lec 14	Boundary layers	2
Lec 15	Computational fluid dynamics (CFD)	2
	Total hours	30

Form of classes - project		Number of hours
Pr 1	Preparation and presentations of projects illustrating theory given in the lectures.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method and presentations
- N2. Student partial project presentation and final presentation
- N3. Consultations
- N4. Student's self work – work on the project development

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P –	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
--	---------------------------	--

concluding (at semester end)		
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	Partial project presentations, final project presentation
C $P=0.5*F1+0.5*F2$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] B. J. Acheson, Elementary Fluid Dynamics. [2] H. Ockendon, A. B. Tayler, Inviscid Fluid Flows.</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] J. D. Logan, Applied Mathematics. A Contemporary Approach. [2] K. Ericsson, D. Estep, P. Hansbo, C. Johnson, Computational Differential Equations.</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
<p>Prof. dr hab. Wojciech Okraśiński (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl) Dr inż. Łukasz Płociniczak (Lukasz.Plociniczak@pwr.edu.pl)</p>		

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
REAL AND COMPLEX ANALYSIS IN MATHEMATICAL MODELLING
MAT001571 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION MATHEMATICS
FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1	Lec1-Lec15	1,3
PEK_W02	K2MST_W06 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Lec1-Lec15	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	Pr 1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Lec1-Lec15 Pr 1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: WSTĘP DO STOSOWANEJ DYNAMIKI CIECZY
Nazwa w języku angielskim: INTRODUCTION TO APPLIED FLUID DYNAMICS
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: MAT001571
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5			1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i twierdzenia rzeczywistej i zespolonej analizy matematycznej
2. Zna i potrafi stosować elementarne pojęcia i metody z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zastosowanie zaawansowanych metod analizy matematycznej w modelowaniu matematycznym zjawisk w dynamice cieczy

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna zaawansowane twierdzenia z rzeczywistej i zespolonej analizy matematycznej związane z dynamiką cieczy

PEK_W02 ma pogłębioną wiedzę w zakresie analizy matematycznej: jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień z dynamiki cieczy pozostających na etapie badań

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne wykorzystywane w dynamice cieczy

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie elementów analizy wektorowej	2
Wy2	Przypomnienie elementów analizy wektorowej	2
Wy3	Przypomnienie elementów analizy zespolonej	2
Wy4	Odwzorowania konforemne	2
Wy5	Prawa zachowania	2
Wy6	Równania ruchu dla płynu doskonałego	2
Wy7	Elementarny przepływ lepki	2
Wy8	Fale	2
Wy9	Fale	2
Wy10	Modelowanie fal uderzeniowych	2
Wy11	Klasyczna teoria przekroju skrzydła	2
Wy12	Klasyczna teoria przekroju skrzydła	2
Wy13	Modele nieliniowe w zjawiskach dyfuzji	2
Wy14	Warstwy brzegowe	2
Wy15	Obliczeniowa dynamika cieczy (CFD)	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr 1	Przygotowanie i prezentacja projektów związanych z tematyką wykładu.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1.	Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje
2.	Prezentacje cząstkowe i prezentacja końcowa projektów przez studentów
3.	Konsultacje.
4.	Praca własna studenta – praca nad rozwojem projektu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK-K01	Prezentacje cząstkowe projektu, prezentacja końcowa projektu
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B. J. Acheson, Elementary Fluid Dynamics.
- [2] .H.Ockendon, A.B.Tayler, Inviscid Fluid Flows.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J.D. Logan, Applied Mathematics. A Contemporary Approach.
- [2] K. Ericsson, D. Estep, P. Hansbo, C. Johnson, Computational Differential Equations

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)
Dr inż. Łukasz Płociniczak (Lukasz.Plociniczak@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ANALIZA RZECZYWISTA I ZESPOŁONA W MODELOWANIU
MATEMATYCZNYM MAT001571
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W06 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	Pr 1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Wy1-Wy15, Pr 1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	METODY PERTURBACYJNE
Nazwa w języku angielskim:	Perturbation Methods
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mathematics for Industry and Commerce
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001572
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i twierdzenia analizy matematycznej
2. Zna i potrafi stosować elementarne pojęcia i metody z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć oraz opanowanie podstawowych technik używanych w metodach perturbacyjnych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie metod perturbacyjnych

PEK_W02 zna metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przykłady prowadzące do metod perturbacyjnych	2
Wy2	Regularna metoda perturbacyjna	2
Wy3	Metoda Poincare-Lindstedta	2
Wy4	Asymptotyki	2
Wy5	Zawodność regularnej metody perturbacyjnej	2
Wy6	Osobliwa metoda perturbacyjna	2
Wy7	Wewnętrzne i zewnętrzne aproksymacje	2
Wy8	Analiza warstwy brzegowej	2
Wy9	Aproksymacja wewnętrzna i skalowanie	2
Wy10	Łączenie aproksymacji zewnętrznej i wewnętrznej	2
Wy11	Jednostajna aproksymacja	2
Wy12	Przykłady jednostajnej aproksymacji	2
Wy13	Zjawiska związane z warstwą brzegową	2
Wy14	Równania różniczkowe cząstkowe i metody perturbacyjne	2
Wy15	Równania algebraiczne i metody perturbacyjne	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie z użyciem programu MATLAB	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Laboratorium komputerowe
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

--

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W1 PEK_W2	kolokwium
F2	PEK_U1 PEK-K1	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia, sprawozdania
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] E. J. Hinch, Perturbation Methods.
- [2] J. David Logan, Applied Mathematics.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] C.C.Lin, L.A.Segel, Mathematics Applied to Deterministic Problems in the Natural Sciencec, SIAM 1988

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Wojciech Okraśiński (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 WYBRANE ASPEKTY METOD PERTURBACYJNYCH MAT001572
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_mic_W01	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Wy1-Wy15, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish METODY PERTURBACYJNE

Name in English Perturbation Methods

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): Mathematics for Industry and Commerce

Level and form of studies: ~~1st~~/ 2nd* level, full-time /~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional /~~university-wide~~*

Subject code MAT001572

Group of courses YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

Mathematics PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student knows and he is able to use the classic concepts and theorems of mathematical analysis
2. Second He knows and is able to apply basic concepts and methods in the field of differential equations

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Understanding the basic concepts and mastering the basic techniques used in the methods of perturbation **Mathematics**

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 has in-depth knowledge of the methods of perturbation

PEK_W02 know the numerical methods used to find approximate solutions mathematical problems (for example, differential equations) pose in the field of applied domain

relating to skills:

PEK_U01 can construct mathematical models used in concrete advanced applications of mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can benefit from the scientific literature in English, including reaching the source materials and make them review

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Examples of problems leading to perturbation method	2
Lec 2	Regular perturbation method	2
Lec 3	Poincare-Lindstedt method	2
Lec 4	Asymptotes	2
Lec 5	Unreliability of the regular perturbation method	2
Lec 6	Singular perturbation method	2
Lec 7	The inner and outer approximations	2
Lec 8	Analysis of shoreline layer	2
Lec 9	Inner approximation and scaling	2
Lec 10	Combining internal and external approximation	2
Lec 11	Uniform approximation	2
Lec 12	Examples of uniform approximation	2
Lec 13	Phenomena associated with the film edge	2
Lec 14	Partial differential equations and perturbation methods	2
Lec 15	Algebraic equations and perturbation methods	2
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1		
Cl 2		
Cl 3		
Cl 4		
..		
	Total hours	
Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving problems illustrating a lecture given theory using MATLAB	30

Total hours		30
Form of classes - project		Number of hours
Proj 1		
Proj 2		
Proj 3		
Proj 4		
...		
Total hours		

Form of classes - seminar		Number of hours
Sem 1		
Sem 2		
Sem 3		
...		
Total hours		

TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture - traditional method		
N2. Computer laboratory		
N3. Individual consultation		
N4. Student's own work - to prepare for the lab		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W1 PEK_W2	test
F2	PEK_U1 PEK-K1	verbal responses, short tests, tests, reports
C=0.5*F1+0.5*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

<p>PRIMARY LITERATURE:</p> <p>[1] E. J. Hinch, Perturbation Methods. [2] J. David Logan, Applied Mathematics.</p> <p>SECONDARY LITERATURE:</p> <p>[1] C.C.Lin, L.A.Segel, Mathematics Applied to Deterministic Problems in the Natural Sciences, SIAM 1988</p>
--

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Wojciech Okraśniński (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
Selected Aspects of Perturbation Methods MAT001572
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04 K2MST_mic_W01	C1	Lec1-Lec15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Lec1-Lec15	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	Lab1	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Lec1-Lec15, Lab1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Analiza Funkcjonalna i jej zastosowania

Nazwa w języku angielskim: Applied Functional analysis

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy /-wybieralny /-ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu MAT001573

Grupa kursów TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i twierdzenia analizy matematycznej
2. Zna i potrafi korzystać z pojęć i metod algebry liniowej

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć z topologii, elementów optymalizacji i analizy funkcjonalnej oraz ich zastosowanie w rozwiązywaniu prostych zagadnień odwrotnych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze twierdzenie i hipotezy z analizy funkcjonalnej, topologii

PEK_W02 zna podstawowe metody optymalizacji

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 posługuje się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do stosowalnej analizy funkcjonalnej – problemy z rzeczywistego świata modelowane za pomocą równań operatorowych.	4
Wy2	Elementy topologii i przestrzenie liniowe	2
Wy3	Liniowe przestrzenie unormowane	2
Wy4	Przestrzenie Hilberta	2
Wy5	Operatory liniowe	4
Wy6	Elementy teorii spektralnej	4
Wy7	Podstawy optymalizacji	4
Wy8	Rola analizy funkcjonalnej w rozwiązywaniu problemów odwrotnych	4
Wy9	Elementy analizy funkcjonalnej w metodach numerycznych	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zastosowanie metod prezentowanych na wykładzie do problemów z rzeczywistego świata, z wykorzystaniem obliczeń komputerowych	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład – metoda tradycyjna
2. Laboratorium problemowe z wykorzystaniem komputerów
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK-K01	odpowiedzi ustne, ćwiczenia obliczeniowe, kolokwia, projekty, sprawozdania
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] E. Zeidler, Applied Functional Analysis, Springer-Verlag 1995
- [2] Ch.W. Groetsch, Inverse Problems in the Mathematical Science, Vieweg-Verlag 1993

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. Debnath, P. Mikusiński, Introduction to Hilbert Spaces with Applications, Academic Press 2005

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ANALIZA FUNKCJONALNA, TOPOLOGIA I OPTIMALIZACJA MAT001573
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1	Wy1-Wy9	1, 3
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Wy1-Wy9	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Wy1-Wy9, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: **Analiza Funkcjonalna i jej zastosowania**

Name in English: **Applied Functional_analysis**

Main field of study (if applicable): **APPLIED MATHEMATICS**

Specialization (if applicable): **Mathematics for Industry and Commerce**

Level and form of studies: **1st/ 2nd* level, full-time / part-time***

Kind of subject: **obligatory- / optional / university-wide***

Subject code **MAT0001573**

Group of courses **YES / NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Egamination				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of mathematical analysis
2. Student knows and can apply basic concepts of linear algebra

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of the classical concepts of topology, elements of optimization and functional analysis and its application to solve simple inverse problems

*delete as applicable

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important theorems and hypothesis of functional analysis, topology

PEK_W02 knows basic methods of optimisation

relating to skills:

PEK_U01 knows and can apply methods of functional analysis

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to functional analysis – real world problems modeled by operator equations	4
Lec 2	Elements of topology and linear spaces	2
Lec 3	Linear normed spaces	2
Lec 4	Hilbert spaces	2
Lec 5	Linear operators	4
Lec 6	Elements of spectra theory	4
Lec 7	Fundaments of optimisation	4
Lec 8	Role of functional analysis in solving inverse problems	4
Lec 9	Elements of functional analysis in numerical methods	4
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab1	Solving of problems illustrating theory given in the lectures using mathematical packages for numerical computing	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method

N2. Computer laboratory

N3. Consultations

N4. Student's self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	examination
F2	PEK_U01 PEK-K01	oral presentations, tests, projects, raports
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] E. Zeidler, Applied Functional Analysis, Springer-Verlag 1995
 [2] Ch.W. Groetsch, Inverse Problems in the Mathematical Science, Vieweg-Verlag 1993

PRIMARY LITERATURE:

- [1] L. Debnath, P. Mikusiński, Introduction to Hilbert Spaces with Applictions, Academic Press 2005

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Wojciech Okrasinski (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT **FUNCTIONAL ANALYSIS, TOPOLOGY AND OPTIMIZATION MAT001573** AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **APPLIED MATHEMATICS** AND SPECIALIZATION **MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1	Lec 1-Lec 9	1, 3
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Lec 1- Lec 9	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	Lab 1	2, 3, 4

PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Lec 1- Lec 9, Lab 1	1, 2, 3, 4
---------------------------------	---	----	------------------------	------------

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: METODY NIELINIOWE

Nazwa w języku angielskim: Nonlinear methods

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~*

Kod przedmiotu MAT001574

Grupa kursów TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i twierdzenia analizy matematycznej
2. Zna i potrafi stosować podstawowe pojęcia i metody z zakresu równań różniczkowych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie podstawowych pojęć oraz opanowanie podstawowych technik nieliniowych używanych w zastosowaniach

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie metod nieliniowych

PEK_W02 zna metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przykłady zjawisk nieliniowych	2
Wy2	Przykłady zjawisk nieliniowych	2
Wy3	Oscylatory nieliniowe	2
Wy4	Bifurkacja i stabilność	2
Wy5	Równanie van der Pola	2
Wy6	Równanie Duffinga	2
Wy7	Systemy dwóch równań nieliniowych – punkty równowagi	2
Wy8	Klasyfikacja punktów równowagi	2
Wy9	Systemy równań nieliniowych - atraktory	2
Wy10	Równanie Lorenca	2
Wy11	Dziwne atraktory	2
Wy12	Równania Belolusova Zobotynskiego	2
Wy13	Komórki Benarda - równania hydrodynamiki	2
Wy14	Przykłady nieliniowej optymalizacji	2
Wy15	Pewne metody nieliniowej optymalizacji	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie analitycznie i z użyciem programu MATLAB	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Laboratorium – rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem komputerów
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	kolokwium
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, ćwiczenia obliczeniowe, sprawozdania, kartkówki, kolokwia
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D.W. Jordan, P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations
- [2] G. Nicolis, Introduction to Nonlinear Science.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D. P. Bertsekas, Nonlinear Programming.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
METODY NIELINIOWE MAT001574
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **APPLIED MATHEMATICS**
 I SPECJALNOŚCI **MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_mic_W01	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Wy1-Wy15, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS SUBJECT CARD Name in Polish METODY NIELINIOWE Name in English NONLINEAR METHODS Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS Specialization (if applicable): MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time* Kind of subject: obligatory / optional / university-wide* Subject code MAT001574 Group of courses YES / NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has knowledge of concepts, theorems and methods of mathematical analysis
2. Student has knowledge of concepts and methods of differential equations

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study basic concepts and nonlinear methods used in applications

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 has advanced knowledge concerning nonlinear methods

PEK_W02 knows numerical methods applied for approximate solving of mathematical problems in applied sciences

relating to skills:

PEK_U01 is able to construct mathematical models in advanced applications of mathematics

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Examples of nonlinear phenomena	2
Lec 2	Examples of nonlinear phenomena	2
Lec 3	Nonlinear oscillators	2
Lec 4	Bifurcation and stability	2
Lec 5	Van der Pol equation	2
Lec 6	Duffig equation	2
Lec 7	2-D systems of nonlinear equations – equilibrium points	2
Lec 8	Classification of the equilibrium points	2
Lec 9	Systems of nonlinear equations - attractors	2
Lec 10	Lorenz equation	2
Lec 11	Strange attractors	2
Lec 12	Belousov-Zhabotinsky equation	2
Lec 13	Benard cells – equations of hydrodynamics	2
Lec 14	Examples of nonlinear optimisation	2
Lec 15	Some methods of nonlinear optimisation	2
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving of problems illustrating theory given in the lectures by analytic methods and with MATLAB	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method
- N2. Laboratory- solving problems with computers
- N3. Consultations
- N4. Student's self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P –	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement

concluding (at semester end)		
F1	PEK_W01 PEK_W02	test
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral answers, calculus trainings, presentations, short tests, tests
P==0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1] D.W. Jordan, P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations		
[2] G. Nicolis, Introduction to Nonlinear Science.		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
[1] D. P. Bertsekas, Nonlinear Programming		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)		

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
NONLINEAR METHODS MAT001574
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04 K2MST_mic_W01	C1	Lec1-Lec15	1,3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1	Lec1-Lec15	1,3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U01 K2MST_mic_U02 K2MST_mic_U03	C1	Lab1	2,3,4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mic_K02	C1	Lec1-Lec15 Lab1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Wprowadzenie do Problemów Odwrotnych

Name in English: Introduction to Inverse Problems

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE,
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001575

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows basic facts of mathematical analysis.
2. Knows MATLAB package for mathematical computing.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of classical examples of inverse problems.
C2 Study of theory and basic concepts for inverse problems.
C3 Study of numerical methods for solving inverse, ill-posed problems.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the definition of well-posedness

PEK_W02 knows classical examples of inverse problems

PEK_W03 knows basic methods of regularization

PEK_W04 knows numerical methods for solving inverse problems

relating to skills:

PEK_U01 understand the definition of well-posedness

PEK_U02 be able to demonstrate examples of inverse problems

PEK_U03 be able to apply numerical methods to solve inverse problems

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature.

PEK_K02 understands the need for systematic work on course material

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to inverse problems. Definition of the well-posedness. Important classes of inverse problems.	2
Lec 2	Differentiation of a noisy data.	2
Lec 3	Computerized tomography. The Radon transform.	2
Lec 4	Inverse problems in image processing.	2
Lec 5	Parameter identification problems.	4
Lec 6	Ill-conditioned matrix equations	2
Lec 7	Regularization of linear ill-posed problems.	4
Lec 8	Tikhonov regularization.	2
Lec 9	Maximum entropy regularization.	2
Lec 10	Total variation regularization.	2
Lec 11	Estimation of the regularization parameters.	2
Lec 12	Iterative regularization	4
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving problems illustrating the methods given in the lecture using MATLAB package for scientific computing	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method
 N2. Computer laboratory – working on a computer using MATLAB package for numerical computations
 N3. Consultations
 N4. Student’s self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W03, PEK_W04, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	activity in the laboratory, oral presentation
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	test
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] C. W. Groetsch. “Inverse Problems in the Mathematical Sciences”. Vieweg, Braunschweig, 1993.
 [2] C. R. Vogel. „Computational Methods for Inverse Problems”. SIAM, Philadelphia, PA, USA, 2002.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] H. W. Engl, M. Hanke, and A. Neubauer. “Regularization of Inverse Problems”. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1996.
 [2] A. A. Samarskij and P. N. Vabishchevich. “Numerical Methods for Solving Inverse Problems of Mathematical Physics”. Walter de Gruyter, 2007.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr Monika Muszkieta (monika.muszkieta@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
INTRODUCTION TO INVERSE PROBLEMS MAT001575
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **APPLIED
MATHEMATICS**
AND SPECIALIZATION **MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE**
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**Iności (o ile dotyczy)	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W06 K2MST_W08, K2MST_mic_W01 K2MST_mso_W01	C1, C2, C3	Lec 1,	1
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mso_W02	C1, C2, C3	Lec 1 - Lec 6, Lab 1	1, 2, 3
PEK_W03	K2MST_W13 K2MST_W12 K2MST_mic_W03 K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 7 – Lec 12, Lab 1	1, 2, 3
PEK_W04	K2MST_W04	C1, C2, C3	Lec 2 - Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4
PEK_U01 (skills)	K2MST_U04, K2MST_U05, K2MST_U16, K2MST_mic_U01 K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 1	1
PEK_U02	K2MST_U06, K2MST_U09 K2MST_U17 K2MST_mic_U02 K2MST_mso_U02	C1, C2, C3	Lec 1 - Lec 6, Lab 1	1, 2, 3
PEK_U03	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U03 K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 7 – Lec 12, Lab 1	1, 2, 3
PEK_K01 (competences)	K2MST_K05, K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K03, K2MST_K04 K2MST_mic_K02 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Wprowadzenie do Problemów Odwrotnych
Nazwa w języku angielskim: Introduction to Inverse Problems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy): MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE,
 MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION,
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~
Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ *
Kod przedmiotu MAT001575
Grupa kursów TAK / ~~NIE*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna podstawowe fakty z analizy matematycznej.
2. Student zna pakiet MATLAB do obliczeń matematycznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z klasycznymi przykładami problemów odwrotnych.
 C2 Zapoznanie się z teorią i podstawowymi koncepcjami rozwiązywania problemów odwrotnych.
 C3 Zapoznanie się z metodami numerycznymi do rozwiązywania odwrotnych, źle postawionych problemów.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna definicję problemu dobrze postawionego

PEK_W02 zna klasyczne przykłady problemów odwrotnych

PEK_W03 zna podstawowe metody regularyzacji

PEK_W04 zna metody numeryczne do rozwiązywania problemów odwrotnych

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 rozumie definicję problemu dobrze postawionego

PEK_U02 potrafi podać przykłady problemów odwrotnych

PEK_U03 umie zastosować metody numeryczne, w celu rozwiązania problemów odwrotnych

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać niezbędne informacje w literaturze

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej pracy nad materiałem kursu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do problemów odwrotnych. Definicja problemu dobrze postawionego. Przykłady ważnych klas problemów odwrotnych.	2
Wy2	Różniczkowanie danych z szumem	2
Wy3	Tomografia komputerowa. Transformata Radona.	2
Wy4	Problemy odwrotne w przetwarzaniu obrazów.	2
Wy5	Problemy identyfikacji parametrów	2
Wy6	Równania z macierzami źle uwarunkowanymi	2
Wy7	Regularyzacja liniowych problemów źle postawionych	4
Wy8	Regularyzacja Tikhonova	2
Wy9	Regularyzacja maksymalnej entropii	2
Wy10	Regularyzacja wachaniem całkowitym	2
Wy11	Estymacja parametrów regularyzacji	2
Wy12	Regularyzacja iteracyjna	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących metody podane na wykładzie stosując pakiet MATLAB do obliczeń numerycznych	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowo-informacyjny– metoda tradycyjna, prezentacja multimedialna

N2. Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu Matlab

N3. Konsultacje

N4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W03, PEK_W04, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	aktywność na laboratoriach, odpowiedzi ustne.
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_W04, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	test
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] C. W. Groetsch. "Inverse Problems in the Mathematical Sciences". Vieweg, Braunschweig, 1993.
[2] C. R. Vogel. „Computational Methods for Inverse Problems”. SIAM, Philadelphia, PA, USA, 2002.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H. W. Engl, M. Hanke, and A. Neubauer. "Regularization of Inverse Problems". Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1996.
[2] A. A. Samarskii and P. N. Vabishchevich. "Numerical Methods for Solving Inverse Problems of Mathematical Physics". Walter de Gruyter, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr Monika Muszkieta (monika.muszkieta@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
WPROWADZENIE DO PROBLEMÓW ODWROTNYCH MAT001575
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W06 K2MST_W08, K2MST_mic_W01 K2MST_mso_W01	C1, C2, C3	Lec 1,	1
PEK_W02	K2MST_W07 K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mso_W02	C1, C2, C3	Lec 1 - Lec 6, Lab 1	1, 2, 3
PEK_W03	K2MST_W13 K2MST_W12 K2MST_mic_W03 K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 7 – Lec 12, Lab 1	1, 2, 3
PEK_W04	K2MST_W04	C1, C2, C3	Lec 2 - Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U04, K2MST_U05, K2MST_U16, K2MST_mic_U01 K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 1	1
PEK_U02	K2MST_U06, K2MST_U09 K2MST_U17 K2MST_mic_U02 K2MST_mso_U02	C1, C2, C3	Lec 1 - Lec 6, Lab 1	1, 2, 3
PEK_U03	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mic_U03 K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 7 – Lec 12, Lab 1	1, 2, 3
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K05, K2MST_K06 K2MST_mic_K01 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K03, K2MST_K04 K2MST_mic_K02 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 12, Lab 1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Zagadnienia ze swobodnym brzegiem

Nazwa w języku angielskim: Free boundary problems

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): Mathematics for Industry and Commerce

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany*~~

Kod przedmiotu MAT001576

Grupa kursów TAK / ~~NIE*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student ma podstawową wiedzę i umiejętności z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych i równań różniczkowych cząstkowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie modeli matematycznych zjawisk występujących w nauce i technice, prowadzących do zagadnień ze swobodnym brzegiem.
- C2 Poznanie podstawowych metod analitycznych stosowanych w badaniu zagadnień ze swobodnym brzegiem.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele matematyczne związane z zagadnieniami ze swobodnym brzegiem.

PEK_W02 zna podstawowe metody analityczne stosowane w badaniu zagadnień ze swobodnym brzegiem

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować modele matematyczne prowadzące do zagadnień ze swobodnym brzegiem

PEK_U02 potrafi badać zagadnienia ze swobodnym brzegiem

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych faktów teorii eliptycznych i parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych.	2
Wy2	Zagadnienie Stefana, pojęcie brzegu swobodnego. Zagadnienie odwrotne Stefana.	2
Wy3	Zagadnienia z brzegiem swobodnym w procesach topnienia i zamarzania. Modelowanie zagadnień związanych z przejściem fazowym.	4
Wy3	Modelowanie przepływów w ośrodkach porowatych: równanie Boussinesqa, równanie ośrodków porowatych.	2
Wy4	Rozwiązania samopodobne równania ośrodków porowatych.	2
Wy5	Brzeg swobodny w rozwiązaniach równania ośrodków porowatych, skończona szybkość rozchodzenia się zaburzeń. Własność retencji i penetracji. Asymptotyka w dużym przedziale czasowym.	2
Wy6	Brzeg swobodny w równaniach reakcji – dyfuzji – konwekcji.	4
Wy7	Dyfuzja w ciałach stałych. Zagadnienia ze swobodnym brzegiem.	2
Wy8	Modelowanie przepływów w ośrodkach ulegających deformacji, penetracja zanieczyszczeń.	4
Wy9	Zagadnienia ze swobodnym brzegiem w przetwarzaniu obrazów cyfrowych.	2
Wy10	Zagadnienia ze swobodnym brzegiem w matematyce finansowej.	2
Wy11	Stacjonarne zagadnienia ze swobodnym brzegiem: zagadnienie tamy, zagadnienie z przeszkodą w rachunku wariacyjnym.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw.1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna 2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe. 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	prezentacja przydzielonego problemu
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01 PEK_K02	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] R. M. Mattheij, S. W. Rienstra, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, Partial Differential Equations, Modeling, Analysis, Computation, SIAM, Philadelphia 2005</p> <p>[2] J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey & A. Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford University Press, Oxford 1999.</p> <p>[3] A. Fasano, Parabolic Free Boundary Problems in Industrial and Biological Applications, SIMAI e-Lecture Notes, Volume 9, 2011</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] V. Alexiades, A.D. Solomon, Mathematical Modeling of Melting and Freezing Processes, Hemisphere – Taylor & Francis, Washington, DC, USA, 1983</p> <p>[2] J.L. Vazquez, The Porous Media Equation, Mathematical Theory, Clarendon Press, Oxford 2007</p> <p>[3] A.Friedman, Variational Principles and Free Boundary Problems, John Wiley and Sons, Inc. 1982</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Jan Goncerzewicz (Jan.Goncerzewicz@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ZAGADNIENIA ZE SWOBODNYM BRZEGIEM MAT001576
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1-C2	Wy1-Wy11	1, 3
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1-C2	Wy1-Wy11	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25	C1-C2	Ćw1	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U28 K2MST_U29 K2MST_U16	C1-C2	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1-C2	Wy1-Wy11, Ćw1	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C2	Wy1-Wy11, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Zagadnienia ze swobodnym brzegiem

Name in English: Free boundary problems

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): Mathematics for Industry and Commerce

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~/ optional / ~~university-wide~~*

Subject code XXX

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5	1,5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic knowledge and abilities in the area of ordinary and partial differential equations.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Study of mathematical models of phenomena in science and technology leading to free boundary problems.

C2 Study of basic analytical methods in examining free boundary problems.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge: student

PEK_W01 knows basic mathematical models connected with free boundary problems.

PEK_W02 knows basic analytical methods in examining free boundary problems.

relating to skills: student

PEK_U01 can build mathematical models leading to free boundary problems.

PEK_U02 can examine free boundary problems.

relating to social competences: student

PEK_K01 is able to take benefits form scientific literature
 PEK_K02 knows limitations of his knowledge and understands the need of further education.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Remaining basic theory of elliptic and parabolic partial differential equations.	2
Lec 2	Stefan problem, notion of the free boundary. Inverse Stefan problem.	2
Lec 3	Free boundary problems in melting and freezing. Modeling of problems connected with phase transition.	4
Lec 4	Modeling of flows in porous media: Boussinesq equation, porous media equation.	2
Lec 5	Self-similar solutions of porous media equation.	2
Lec 6	Free boundary in solutions of porous media equation, finite speed of propagation of disturbances. Retention and penetration property. Large time behavior of solutions.	2
Lec 7	Free boundary in reaction–diffusion–convection equations.	4
Lec 8	Diffusion in solids. Free boundary problems.	2
Lec 9	Modeling of flows in deformable media, spreading of impurities.	4
Lec 10	Free boundary problems in digital image processing.	2
Lec 11	Free boundary problems in financial mathematics.	2
Lec 12	Stationary free boundary problems: dam problem, obstacle problems in calculus of variations.	2
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Solving of problems illustrating theory given on lectures.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method.
 N2. Classes – traditional method.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement

F1	PEK_W1, PEK_K1	Final test
F2	PEK_U1, PEK_U2, PEK_K1	Oral presentations, tests.
P= 0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1]	R. M. Mattheij, S. W. Rienstra, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, Partial Differential Equations, Modeling, Analysis, Computation, SIAM, Philadelphia 2005	
[2]	J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey & A. Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford University Press, Oxford 1999.	
[3]	A. Fasano, Parabolic Free Boundary Problems in Industrial and Biological Applications, SIMAI e-Lecture Notes, Volume 9, 2011	
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
[1]	V. Alexiades, A.D. Solomon, Mathematical Modeling of Melting and Freezing Processes, Hemisphere – Taylor & Francis, Washington, DC, USA, 1983	
[2]	J.L. Vazquez, The Porous Media Equation, Mathematical Theory, Clarendon Press, Oxford 2007	
[3]	A.Friedman, Variational Principles and Free Boundary Problems, John Wiley and Sons, Inc	
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dr hab. Jan Goncerzewicz (Jan.Goncerzewicz@pwr.edu.pl)		

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
FREE BOUNDARY PROBLEMS MAT001576
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mic_W01	C1, C2	Lec 1 - Lec 12	F1
PEK_W02	K2MST_W10 K2MST_mic_W02 K2MST_mic_W03	C1, C2	Lec 1 - Lec 12	F1
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25	C1, C2	C1 1	F2
PEK_U02	K2MST_U28 K2MST_U29 K2MST_U16	C1, C2	C1 1	F2
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mic_K01	C1, C2,	Lec 1 - Lec 12, C1 1	F2
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_mic_K02	C1-C2	Wy1-Wy11, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: DYFUZJA NA SIECIACH ZŁOŻONYCH	
Nazwa w języku angielskim: DIFFUSION PROCESSES ON COMPLEX NETWORKS	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS	
Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS	
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu	MAT001577
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student opanował podstawy programowania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie wiedzy z zakresu symulacji komputerowych procesów dyfuzyjnych na sieciach złożonych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W04 ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej

PEK_W09 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii

Z zakresu umiejętności:

PEK_U18 potrafi stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk i analizy ich ewolucji

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania

PEK_K06 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do sieci złożonych	10
Wy2	Dyfuzja i błędzenie losowe	2
Wy3	Rozprzestrzenianie się epidemii w sieciach społecznych	6
Wy4	Rozprzestrzenianie się informacji	2
Wy5	Procesy formowania opinii	4
Wy6	Dyfuzja innowacji	6
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie zadań programistycznych ilustrujących treści podane na wykładzie	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje
2. Laboratorium problemowe – z użyciem Pythona i jego modułów naukowych
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W04 PEK_W09	kolokwia
F2	PEK_U18	prezentacje wyników z poszczególnych list

	PEK_K02 PEK_K06	
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Alain Barrat, Marc Barthelemy, Alessandro Vespignani, “Dynamical Processes on Complex Networks”</p> <p>[2] Romualdo Pastor-Satorras, Claudio Castellano, Piet Van Mieghem, Alessandro Vespignani, “Epidemic processes in complex networks”, <i>Reviews of Modern Physics</i> 87 (2015) 925-979</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] David Easley, Jon Kleinberg, „Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World”</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
DYFUZJA NA SIECIACH ZŁOŻONYCH MAT001577
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU MATEMATYKA
I SPECJALNOŚCI MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W04 PEK_W09 (wiedza)	K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03 K2MST_W04, K2MST_W09	C1	Wy1-Wy6	1, 3
PEK_U18 (umiejętności)	K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K02 PEK_K06 (kompetencje)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Wy1-Wy6, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish DYFUZJA NA SIECIACH ZŁOŻONYCH

Name in English DIFFUSION PROCESSES ON COMPLEX NETWORKS

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Level and form of studies: ~~1st~~/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~/ optional /~~university-wide~~*

Subject code MAT001577

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic programming skills.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Mastering knowledge of computer simulation of diffusion processes on complex networks.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W04 has in-depth knowledge in a subfield of theoretical or applied mathematics

PEK_W09 knows basic stochastic modelling methods in financial and actuarial mathematics or in science

relating to skills:

PEK_U18 can use stochastic processes as a tool for modelling complex phenomena and analysis of their evolution

relating to social competences:

K2MIC_K06 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in

foreign languages

K2MIC_K02 can accurately formulate questions for deeper understanding of a given topic

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to complex networks	10
Lec 2	Diffusion and random walks	2
Lec 3	Epidemic spreading in population networks	6
Lec 4	Rumor and information spreading	2
Lec 5	Opinion formation processes	4
Lec 6	Diffusion of innovation	6
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
La 1	Solving problems illustrating the content presented in the lectures	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method and presentations
- N2. Problem and computing laboratory – using computer based methods
- N3. Consultations
- N4. Student’s self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W04 PEK_W09	Mid-term exams
F2	PEK_U18 PEK_K02 PEK_K06	Oral presentations

C $P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Alain Barrat, Marc Barthelemy, Alessandro Vespignani, “Dynamical Processes on Complex Networks”
- [2] Romualdo Pastor-Satorras, Claudio Castellano, Piet Van Mieghem, Alessandro Vespignani, “Epidemic processes in complex networks”, Reviews of Modern Physics 87 (2015) 925-979

SECONDARY LITERATURE:

- [1] David Easley, Jon Kleinberg, „Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World”

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

--

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
DIFFUSION PROCESSES ON COMPLEX NETWORKS MAT001577
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W04 PEK_W09 (knowledge)	K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03 K2MST_W04, K2MST_W09	C1	Lec1-Lec6	1,3
PEK_U18 (skills)	K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	La1	2,3,4
PEK_K02 PEK_K06 (competences)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Lec1-Lec6, La1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim: ANALIZA NIEUPORZĄDKOWANYCH ZBIORÓW DANYCH	
Nazwa w języku angielskim: ANALYSIS OF UNSTRUCTURED DATA	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS	
Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS	
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu: MAT001578	
Grupa kursów: TAK / NIE*	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5			1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student opanował podstawy programowania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Umiejętność wyszukiwania, wydobywania, przechowywania i komputerowej analizy danych nieuporządkowanych (teksty, blogi, strony www, wpisy na portalach społecznościowych)

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W12 potrafi wykorzystać język programowania Python z odpowiednimi modułami do analizy danych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U12 potrafi przeprowadzić analizę statystyczną danych nieuporządkowanych przy użyciu Pythona

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K06 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

PEK_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Analiza danych w Pythonie – moduł PANDAS	8
Wy2	Pozyskiwanie i zapisywanie danych	6
Wy3	Wizualizacja danych	2
Wy4	„Czyszczenie” danych	2
Wy5	Analiza języka naturalnego z wykorzystaniem modułu NLTK	4
Wy6	Analiza wydźwięku tekstów	2
Wy7	Klasyfikacja dokumentów	4
Wy8	Duże wolumeny danych	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr1	Przygotowanie i prezentacja projektów związanych z tematyką wykładu	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje
2. Prezentacje cząstkowe i prezentacja końcowa projektów przez studentów
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – praca nad projektem

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W12 PEK_U12	zaliczenie wykładu - kolokwia

F2	PEK_U12 PEK_K06 PEK_K02	prezentacje cząstkowe projektu, prezentacja końcowa projektu
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] S. Bird, E. Klein i E. Loper, „Natural Language Processing with Python”</p> <p>[2] I. H. Witten & E. Frank, „Data Mining. Practical Machine Learning Tools and Techniques”</p> <p>[3] W. McKinney, „Python for Data Analysis”</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] P. Giudici, „Applied Data Mining”</p> <p>[2] T. Segaran, „Programming Collective Intelligence”</p> <p>[3] I. Idris, „Python Data Analysis”</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ANALIZA NIEUPORZĄDKOWANYCH ZBIORÓW DANYCH MAT001578
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W12 (wiedza)	K2MST_W12 K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Wy1-Wy8	1, 3
PEK_U12 (umiejętności)	K2MST_U21, K2MST_U20 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	Pr1	2, 3, 4
PEK_K02 PEK_K06 (kompetencje)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Wy1-Wy8, Pr1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish ANALIZA NIEUPORZĄDKOWANYCH ZBIORÓW DANYCH

Name in English ANALYSIS OF UNSTRUCTURED DATA

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Level and form of studies: ~~1st~~/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001578

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5			3	
including number of ECTS points for practical (P) classes	2			2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5			1,5	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic programming skills.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Searching, extracting, storing and computer-aided analysis of unstructured data (texts, blogs, web sites, social media posts etc.)

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W12 knows how to use Python and its scientific modules for data analysis

relating to skills:

PEK_U12 can perform an analysis of unstructured data by making use of Python and its modules

relating to social competences:

PEK_K06 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PEK_K02 can accurately formulate questions for deeper understanding of a given topic

--	--	--

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Data analysis in Python – PANDAS primer	8
Lec 2	Retrieving and storing data	6
Lec 3	Data visualisation	2
Lec 4	Data wrangling	2
Lec 5	Natural language processing with NLTK	4
Lec 6	Sentiment analysis	2
Lec 7	Document classification	4
Lec 8	Handling big data	2
	Total hours	30

Form of classes - project		Number of hours
Pr1	Practical Preparation and presentations of projects illustrating methods given in the lectures.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method and presentations
N2. Student partial project presentation and final presentation
N3. Consultations
N4. Student’s self work – work related to the project development

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W12 PEK_U12	mid-term exams
F2	PEK_U12 PEK_K06 PEK_K02	Oral presentations

C $P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u> [1] S. Bird, E. Klein i E. Loper, „Natural Language Processing with Python” [2] I. H. Witten & E. Frank, „Data Mining. Practical Machine Learning Tools and Techniques” [3] W. McKinney, „Python for Data Analysis” <u>SECONDARY LITERATURE:</u> [1] P. Giudici, „Applied Data Mining” [2] T. Segaran, „Programming Collective Intelligence” [3] I. Idris, „Python Data Analysis”
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
ANALYSIS OF UNSTRUCTURED DATA MAT001578
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W12	K2MST_W12 K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Lec1-Lec8	1,3
PEK_U12 (skills)	K2MST_U21, K2MST_U20 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	Pr1	2,3,4
PEK_K02 PEK_K06 (competences)	K2MST_K02, K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Lec1-Le8, Pr1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	PAKIETY STATYSTYCZNE
Nazwa w języku angielskim:	Statistical Packages
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy):	COMPUTATIONAL MATHEMATICS
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001579
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody rachunku prawdopodobieństwa.
2. Zna podstawowe pojęcia statystyki matematycznej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych metod analizy danych.
- C2 Nabycie umiejętności analizy danych za pomocą pakietów statystycznych.
- C3 Nabycie umiejętności pisania raportów z analiz statystycznych.
- C4 Nabycie umiejętności posługiwania się językiem angielskim w stopniu umożliwiającym wykonanie analiz statystycznych i napisanie raportów z tych analiz.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę z zakresu statystycznej analizy zależności pomiędzy zmiennymi w bazach danych

PEK_W02 zna język angielski stosowany w analizie statystycznej

PEK_W03 zna metody wykorzystania pakietów statystycznych do analizy danych

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi wykorzystać pakiet statystyczny do analizy danych

PEK_U02 potrafi napisać raport z analizy statystycznej w języku angielskim

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi przełożyć pytania dotyczące rzeczywistych zjawisk na precyzyjny język matematyczny

PEK_K02 potrafi przedstawić wyniki badań statystycznych w sposób zrozumiały dla niematematyków

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Statystyki opisowe. Graficzna reprezentacja danych.	2
Wy2	Porównanie dwóch populacji – test Studenta, testy nieparametryczne.	2
Wy3	Estymacja proporcji. Test chi-kwadrat zgodności.	2
Wy4	Tablice dwudzielcze. Test chi-kwadrat niezależności.	2
Wy5	Prosta regresja liniowa – model, estymacja, testowanie.	2
Wy6	Prosta regresja liniowa – predykcja, sprawdzanie założeń, transformacje	2
Wy7	Kolokwium	2
Wy8	Regresja liniowa wieloraka – estymacja, testowanie, sprawdzanie założeń	2
Wy9	Regresja liniowa wieloraka – analiza wariancji, współczynnik determinacji	2
Wy10	Regresja liniowa wieloraka – sumy kwadratów, uogólnione testy liniowe	2
Wy11	Regresja liniowa wieloraka – skorelowane predykatory, kryteria wyboru modelu	2
Wy12	Jednoczynnikowa analiza wariancji – model, estymacja parametrów, testowanie.	2
Wy13	Wieloczynnikowa analiza wariancji.	2
Wy14	Modele mieszane i uogólnione modele liniowe.	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie się z wybranym pakietem statystycznym.	2
La2	Statystyki opisowe i graficzna reprezentacja danych.	4

La3	Problem dwóch prób – testy Studenta, testy nieparametryczne, testowanie normalności, graficzna reprezentacja danych	4
La4	Testy i przedziały ufności dla proporcji – test dla pojedynczej proporcji, test zgodności chi-kwadrat, test niezależności chi-kwadrat, graficzna reprezentacja danych	4
La5	Prosta regresja liniowa – estymacja, predykcja, moc, graficzna reprezentacja danych i wyników	4
La6	Prosta regresja liniowa – diagnostyka, transformacje zmiennych	4
La7	Regresja liniowa wieloraka – estymacja, predykcja, testowanie, diagnostyka, wybór istotnych zmiennych	4
La8	Analiza wariancji – estymacja, testowanie, porównania między grupami, diagnostyka	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – prezentacja komputerowa i metoda tradycyjna.
2. Laboratoria komputerowe – samodzielna analiza danych, raporty z analiz.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 PEK_K01 PEK_K02	sprawozdania z laboratoriów
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01 PEK_K02	dwa kolokwia
P=0,5 F1+0,5 F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D. S. Moore, G.P. McCabe, Introduction to the Practise of Statistics
 [2] M. H. Kutner, C. J. Nachstheim, J. Neter, W. Li, Applied Linear Statistical Models.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Freund, R. Littell, SAS System for Regression

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. Małgorzata Bogdan (Małgorzata.Bogdan@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 PAKIETY STATYSTYCZNE MAT001579
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W02 K2MST_W04 K2MST_W08 K2MST_W16 2MST_cm_W01	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W13 K2MST_cm_W02	C4	Wy1-Wy15, La1-La8	1-4
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_W18 K2MST_cm_W03	C2	Wy1-Wy15, La1-La8	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U11 K2MST_U15 K2MST_U20 K2MST_U21 K2MST_cm_U01	C2	Wy1-Wy15, La1-La8	1-4
PEK_U02	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C3, C4	La1-La8	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K02 K2MST_cm_K01	C1, C2	Wy1-Wy15, La1-La8	1-4
PEK_K02	K2MST_K05 K2MST_cm_K02	C3, C4	La1-La8	2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: PAKIETY STATYSTYCZNE

Name in English: Statistical Packages

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*

Kind of subject: obligatory- / optional / university-wide*

Subject code MAT001579

Group of courses YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the probability theory
2. Student knows basic concepts of the mathematical statistics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of basic methods of data analysis.
- C2 Acquisition of the ability to analyze data using statistical packages.
- C3 Acquisition of the ability to write reports on statistical analyzes.
- C4 Acquisition of skills in the English language sufficiently to enable the execution of statistical analyzes and write reports on these analyzes.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 has statistical knowledge of the relationship between the variables in the databases

PEK_W02 knows English in the statistical analysis

PEK_W03 knows methods of using statistical packages for data analysis

relating to skills:

PEK_U01 can use a statistical package for data analysis

PEK_U02 can write a report on the statistical analysis in English

relating to social competences:

PEK_K01 can translate questions about the real phenomenon on the precise mathematical language

PEK_K02 can present the results of statistical analysis in a manner understandable to non-mathematicians

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Descriptive statistics. Graphical representation of data.	2
Lec 2	Comparison of two populations - Student test, nonparametric tests.	2
Lec 3	Estimation of proportion. Chi-square goodness of fit test.	2
Lec 4	Cross tabulation. Chi-squared test of independence.	2
Lec 5	Simple linear regression - model, estimation, testing.	2
Lec 6	Simple linear regression - prediction, checking assumptions, transformations.	2
Lec 7	Test.	2
Lec 8	Multiple linear regression - estimation, testing, checking assumptions.	2
Lec 9	Multiple linear regression - analysis of variance, coefficient of determination.	2
Lec 10	Multiple linear regression - the sum of the squares, generalized linear tests.	2
Lec 11	Multiple linear regression - correlated predictors, the model selection criteria.	2
Lec 12	Univariate analysis of variance - model, estimation of parameters, testing.	2
Lec 13	Multivariate analysis of variance.	2
Lec 14	Mixed models and generalized linear model.	2
Lec 15	Test.	2
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Getting familiar with selected statistical package.	2
Lab 2	Descriptive statistics and graphical representation of data.	4

Lab 3	The problem of two samples - Student tests, nonparametric tests, testing normality, graphical representation of data	4
Lab 4	Tests and confidence intervals for the ratio - the proportion of a single ratio, chi-square goodness of fit test, chi-squared test of independence, graphical representation of data	4
Lab 5	Simple linear regression - estimation, prediction, power, graphical representation of data and results	4
Lab 6	Simple linear regression - diagnostics, transformations of variables	4
Lab 7	Multiple linear regression - estimation, prediction, testing, diagnosis, selection of relevant variables.	4
Lab 8	Analysis of variance - estimation, testing, comparison between groups, diagnostics	4
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture-computer presentation and traditional method.
N2. Computer laboratory - an independent analysis of the data, analysis reports.
N3. Consultations.
N4. Student's self work – preparation for the laboratory.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01 PEK_K01 PEK_K02	written reports
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01 PEK_K02	two tests
P=0,5 F1+0,5 F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] D. S. Moore, G.P. McCabe, Introduction to the Practise of Statistics
[2] M. H. Kutner, C. J. Nachstheim, J. Neter, W. Li, Applied Linear Statistical Models.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] R. Freund, R. Littell, SAS System for Regression

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. Małgorzata Bogdan (Małgorzata.Bogdan@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
STATISTICAL PACKAGES MAT001579
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W02 K2MST_W04 K2MST_W08 K2MST_W16 2MST_cm_W01	C1	Lec 1- Lec 15	1, 3
PEK_W02	K2MST_W13 K2MST_cm_W02	C4	Lec 1- Lec 15, Lab 1-Lab 8	1-4
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_W18 K2MST_cm_W03	C2	Lec 1- Lec 15, Lab 1-Lab 8	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U11 K2MST_U15 K2MST_U20 K2MST_U21 K2MST_cm_U01	C2	Lec 1- Lec 15, Lab 1-Lab 8	1-4
PEK_U02	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C3, C4	Lab 1-Lab 8	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K02 K2MST_cm_K01	C1, C2	Lec 1- Lec 15, Lab 1-Lab 8	1-4
PEK_K02	K2MST_K05 K2MST_cm_K02	C3, C4	Lab 1-Lab 8	2, 3, 4

** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: SYMULACJE KOMPUTEROWE PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH

Nazwa w języku angielskim: Computer simulations of stochastic processes

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS, MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~ *

Kod przedmiotu: MAT001580

Grupa kursów: TAK / ~~NIE*~~

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować klasyczne pojęcia i metody teorii procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie wiedzy z zakresu symulacji komputerowych procesów stochastycznych o własności długiej pamięci i posiadających grube ogony

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę w zakresie symulacji komputerowych procesów stochastycznych o własności długiej pamięci i posiadających grube ogony

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Generowanie rozkładów i wektorów stabilnych	6
Wy2	Symulacja procesów stabilnych poprzez reprezentacje całkowe i szeregowy	6
Wy3	Procesy samopodobne i stacjonarne	6
Wy4	Generowanie procesów z długą pamięcią	6
Wy5	Modele stabilne i o długiej pamięci w fizyce i ekonomii	6
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących metody podane na wykładzie.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1.	Wykład problemowo-informacyjny – metoda tradycyjna, prezentacja multimedialna
2.	Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu Matlab
3.	Konsultacje
4.	Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	test
F2	PEK_U01 PEK_K01	projekty, sprawozdania
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Doukhan, G. Oppenheim, M.S. Taqqu, Theory and Applications of Long-range Dependence, Birkhauser, Boston, 2004.
- [2] A. Janicki, A Weron, Simulation and Chaotic Behavior of Stable Stochastic Processes, Marcel Dekker, New York, 1994.
- [3] G. Samorodnitsky, M.S. Taqqu, Stable Non-Gaussian Random Processes, Chapman & Hall, New York, 1994.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Beran, Statistics for Long-memory Processes, Chapman & Hall, New York, 1994.
- [2] P. Cizek, W. Haerdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr Krzysztof Burnecki (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
SYMULACJE KOMPUTEROWE PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH MAT001580
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU MAT001580
I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS,
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_W05 K2MST_cm_W01 K2MST_mso_W01 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1	Wy1-Wy5	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Wy1-Wy5	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U13 K2MST_U17 K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U30 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1	La1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K03 K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1	Wy1-Wy5, La1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

**Name in Polish: SYMULACJE KOMPUTEROWE PROCESÓW
STOCHASTYCZNYCH**

Name in English: Computer simulations of stochastic processes

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

**Specialization (if applicable): COMPUTATIONAL MATHEMATICS,
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Level and form of studies: ~~1st~~ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001580

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic concepts of the theory of stochastic processes.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Mastering knowledge of computer simulations of stochastic processes with long memory property and heavy tails.

*delete as applicable

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 has in-depth knowledge of computer simulations of stochastic processes with long memory property and heavy tails.

PEK_W02 knows the basics of stochastic modeling in financial and actuarial mathematics or the natural sciences, especially physics, chemistry or biology

relating to skills:

PEK_U01 can construct algorithms with good numerical properties, used to solve common and unusual mathematical problems

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Generation of stable distributions and vectors	6
Lec 2	Simulation of stable processes by integral and series representations	6
Lec 3	Self-similar and stationary processes	6
Lec 4	Generating processes with long memory	6
Lec 5	Stable models with long memory in physics and economics	6
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving problems illustrating methods given in the lecture.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture-computer presentation and traditional method.

N2. Computer Laboratory with Matlab

N3. Consultations.

N4. Student's self work – preparation for the laboratory.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	test

F2	PEK_U01 PEK_K01	written reports
P=0.5*F1+0.5*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] P. Doukhan, G. Oppenheim, M.S. Taqqu, Theory and Applications of Long-range Dependence, Birkhauser, Boston, 2004.
- [2] A. Janicki, A Weron, Simulation and Chaotic Behavior of Stable Stochastic Processes, Marcel Dekker, New York, 1994.
- [3] G. Samorodnitsky, M.S. Taqqu, Stable Non-Gaussian Random Processes, Chapman & Hall, New York, 1994.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] J. Beran, Statistics for Long-memory Processes, Chapman & Hall, New York, 1994.
- [2] P. Cizek, W. Haerdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr Krzysztof Burnecki (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
COMPUTER SIMULATIONS OF STOCHASTIC PROCESSES
MAT001580
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS AND SPECIALIZATION COMPUTATIONAL
MATHEMATICS, MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_W05 K2MST_cm_W01 K2MST_mso_W01 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1	Lec 1-Lec 5	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Lec 1-Lec 5	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U13 K2MST_U17 K2MST_U23 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U30 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1	Lab 1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K03 K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1	Lec 1-Lec 5, Lab 1	1, 2, 3, 4

** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: TEORIA ESTYMACJI

Nazwa w języku angielskim: Estimation theory

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy- / wybieralny / ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu: MAT001581

Grupa kursów: TAK /NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student umie korzystać z pakietów statystycznych
2. Ma podstawową wiedzę ze statystyki matematycznej.
3. Ma podstawową wiedzę z analizy matematycznej i analizy funkcjonalnej.
4. Posiada podstawowe umiejętności programistyczne.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie statystycznych kryteriów oceny jakości estymacji statystycznej.
- C2 Poznanie podstawowych metod estymacji parametrycznej i ich własności.
- C3 Poznanie podstawowych metod estymacji nieparametrycznej i ich własności.
- C4 Umiejętność zaprogramowania zaawansowanych metod statystycznych.
- C5 Umiejętność przeprowadzenia badań symulacyjnych.
- C6 Umiejętność oceny własności metod statystycznych w oparciu o badania symulacyjne.
- C7 Opanowanie słownictwa angielskiego w zakresie metod estymacji.
- C8 Umiejętności napisania raportu w języku angielskim.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe metody estymacji parametrycznej.

PEK_W02 zna podstawowe metody estymacji nieparametrycznej.

PEK_W03 zna podstawowe kryteria oceny jakości estymacji.

PEK_W04 zna teoretyczne podstawy symulacji statystycznych.

PEK_W05 zna język angielski w zakresie umożliwiającym tworzenie raportów z badań symulacyjnych.

PEK_W06 zna języki programowania umożliwiające przeprowadzenie badań symulacyjnych.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi zastosować zaawansowane metody statystyczne do analizy rzeczywistych danych.

PEK_U02 potrafi wykorzystać języki programowania wysokiego rzędu do zaprogramowania złożonych metod statystycznych i przeprowadzenia badań symulacyjnych.

PEK_U03 potrafi ocenić własności metod statystycznych w oparciu o badania symulacyjne.

PEK_U04 potrafi opracować raport w języku angielskim podsumowujący wyniki badań symulacyjnych.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej w języku angielskim, w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

PEK_K02 rozumie potrzebę systematycznej pracy w celu pogłębiania wiedzy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia teorii estymacji: obciążenie, wariancja, błąd średniokwadratowy, macierz informacji Fischera, efektywność, asymptotyczna normalność	2
Wy2	Podstawy teoretyczne metod symulacyjnych i replikacyjnych	2
Wy3	Estymacja obciążenia i wariancji – bootstrap, jackknife, metoda delta	2
Wy4	Konstrukcja przedziałów ufności – przedziały klasyczne i bootstrapowe	2
Wy5	Nieparametryczna estymacja gęstości – histogram i jego własności	2
Wy6	Nieparametryczna estymacja gęstości – estymator jądrowy i jego własności	2
Wy7	Wybór szerokości pasma w estymatorze jądrowym	2
Wy8	Modyfikacje estymatora jądrowego – zmienna szerokość pasma, jądra wyższego rzędu	2
Wy9	Estymacja gęstości przez rozwinięcia ortogonalne	2
Wy10	Estymacja gęstości – lokalna funkcja wiarygodności i metoda największej wiarygodności z wygładzaniem	2
Wy11	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji – estymacja jądrowa	2
Wy12	Wybór szerokości pasma i modyfikacje jądrowego estymatora funkcji regresji.	2

Wy13	Estymacja funkcji hazardu – metody parametryczne i nieparametryczne.	2
Wy14	Empiryczne metody Bayesowskie – estymator Steina	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Estymacja parametryczna – metoda największej wiarygodności. Obciążenie, wariancja, błąd średnio kwadratowy – estymacja za pomocą symulacji komputerowych.	4
La2	Estymacja obciążenia, wariancji i konstrukcja przedziałów ufności z wykorzystaniem metody podstawienia oraz metod replikacyjnych (bootstrap, jackknife). Oszacowanie jakości estymatorów w oparciu o badania symulacyjne.	4
La3	Estymacja kilku parametrów - asymptotyczna macierz kowariancji, estymacja macierzy kowariancji za pomocą metody podstawienia i metod replikacyjnych. Oszacowanie jakości estymatorów w oparciu o badania symulacyjne.	4
La4	Nieparametryczna estymacja gęstości – histogram, metoda najbliższego sąsiada, estymator jądrowy, rozwinięcia ortogonalne. Wybór parametru wygładzającego. Ocena jakości w oparciu o badania symulacyjne.	6
La5	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji. Estymatory: jądrowy, lokalny wielomianowy, najbliższego sąsiada, przez wygładzone funkcje sklepane. Konstrukcja przedziałów i pasm ufności za pomocą metody bootstrap. Wybór parametru wygładzającego. Ocena jakości w oparciu o badania symulacyjne.	6
La6	Estymacja funkcji przeżycia i funkcji hazardu metodami parametrycznymi i nieparametrycznymi. Konstrukcja przedziałów ufności przez aproksymację rozkładem normalnym i metodą bootstrap. Ocena jakości w oparciu o badania symulacyjne.	4
La7	Empiryczne metody Bayesowskie. Ocena jakości za pomocą badań symulacyjnych.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykład problemowy – prezentacja komputerowa i metoda tradycyjna 2. Laboratoria komputerowe – samodzielne opracowanie programów do symulacji, raporty z analiz 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta - przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	Wszystkie przedmiotowe efekty kształcenia	sprawozdania i aktywność na laboratorium.
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05	kolokwium
$P=0,75*F1+0,25*F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. Devroye, A Course in Density Estimation
- [2] B. Efron, R. Tibshirani, Introduction to the Bootstrap
- [3] B. Silverman, Density Estimation for Statistics and Data Analysis.
- [4] W. Härdle, Smoothing Techniques with implementation in S
- [5] A.W.Bowman and A. Azzalini, Applied Smoothing Techniques for Data Analysis, The kernel approach with S-Plus Illustrations
- [6] P.J. Green and B.W.Silverman, Nonparametric regression and Generalized Linear Models

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. Małgorzata Bogdan (Malgorzata.Bogdan@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
TEORIA ESTYMACJI MAT001581
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_cm_W01	C2	Wy1-Wy4, Wy13, Wy14 La1-La3, La6, La7	1-4
PEK_W02	K2MST_W15 K2MST_cm_W02	C3	Wy5-Wy14, La4-La7	1-4
PEK_W03	K2MST_W16 K2MST_cm_W03	C1	Wy1-Wy14, La1-La7	1-4
PEK_W04	K2MST_W18	C5,C6	Wy2-Wy14, La1-La7	1-4
PEK_W05	K2MST_W13	C7, C8	Wy1-Wy14, La1-La7	1-4
PEK_W06	K2MST_W12	C4, C5, C6	Wy2-Wy14, La1-La7	1-4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U11, K2MST_U24 K2MST_cm_U01	C1-C4	Wy1-Wy14, La1-La7	1-4
PEK_U02	K2MST_U12 K2MST_U02, K2MST_cm_U02	C4-C6	La1-La7	2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U20, K2MST_U25 K2MST_cm_U03	C5-C6	Wy2, La1-La7	1-4
PEK_U04	K2MST_U21	C7-C8	La1-La7	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_cm_K01	C4-C8	La1-La7	2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_cm_K02	C1-C8	Wy1-Wy14, La1-La7	1-4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF FUNDAMENTAL PROBLEMS OF TECHNOLOGY SUBJECT CARD					
Name in Polish Teoria estymacji					
Name in English: Estimation theory					
Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS					
Specialization (if applicable): COMPUTATIONAL MATHEMATICS					
Level and form of studies: 1st / 2nd* level, full-time / part-time *					
Kind of subject: obligatory -/ optional / university-wide *					
Subject code MAT001581					
Group of courses YES / NO *					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows how to use statistical packages
2. Student has a basic knowledge of mathematical statistics.
3. Student has a basic knowledge of mathematical analysis and functional analysis
4. Student has basic programming skills.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Learning of statistical criteria for assessing the quality of statistical estimation
- C2 Learning basic parametric estimation methods and their properties.
- C3 Learning basic non-parametric estimation methods and their properties.
- C4 Ability to program advanced statistical methods.
- C5 Ability to carry out simulation studies.
- C6 Ability to evaluate properties of statistical methods based on simulation studies.
- C7 Mastering of English vocabulary in the field of estimation methods .
- C8 Report writing skills in English.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEK_W01 knows the basic parametric estimation methods.
- PEK_W02 knows the basic non-parametric estimation methods.
- PEK_W03 knows the basic criteria for assessing the quality of the estimation.
- PEK_W04 knows the theoretical basis of statistical simulation.
- PEK_W05 knows English in the extent necessary for the creation of simulation reports.
- PEK_W06 knows Programming Languages enable to carry out the simulation study.

relating to skills:

- PEK_U01 able to apply advanced statistical methods to analyze real data.
- PEK_U02 can use programming languages to program the high-order complex statistical methods and simulation tests and to carry out simulation studies.
- PEK_U03 able to assess the properties of statistical methods based on simulation studies.
- PEK_U04 can develop a report in English summarizing the results of simulation studies.

relating to social competences:

- PEK_K01 can benefit from the scientific literature in English, including reaching the source materials and review them.
- PEK_K02 understands the need for systematic work to improve knowledge

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Basic concepts of estimation theory: bias, variance, mean square error matrix of Fisher information, efficiency, asymptotic normality	2
Lec 2	Theoretical basis of simulation methods and replication	2
Lec 3	Bias and variance estimation - bootstrap, Jackknife, the delta method	2
Lec 4	Construction of confidence intervals - classic and bootstrap intervals	2
Lec 5	Nonparametric density estimation - histogram and its properties	2
Lec 6	Nonparametric density estimation - kernel estimator and its properties	2
Lec 7	Selection of bandwidth in the kernel estimator	2
Lec 8	Modifications of kernel estimator - variable bandwidth, higher-order kernels	2
Lec 9	Estimation of density through orthogonal expansions	2
Lec 10	Estimation of density - local likelihood function and maximum likelihood method with smoothing	2
Lec 11	Nonparametric regression function estimation - estimation of kernel	2

Lec 12	Selection of the bandwidth and modification of the kernel estimator of regression function.	2
Lec 13	Hazard function estimation - parametric and non-parametric methods.	2
Lec 14	Empirical Bayesian methods - Stein estimator	2
Lec 15	Test	2
	Total hours	30

Form of classes – laboratory		Number of hours
Lab 1	Parametric estimation - method of maximum likelihood. Bias, variance, mean square error - estimation using computer simulations.	4
Lab 2	Estimation of bias, variance and construction of confidence intervals using the method of substitution and replication methods (bootstrap, jackknife). Estimating the quality of estimators based on simulation studies.	4
Lab 3	Estimating the several parameters - asymptotic covariance matrix, the covariance matrix estimation using the method of substitution and replication methods. Estimating the quality of estimators based on simulation studies.	4
Lab 4	Nonparametric estimation of density - the histogram, method of the nearest neighbor, kernel estimator, orthogonal expansions. Smoothing parameter selection. Quality rating based on simulation studies.	6
Lab 5	Nonparametric estimation of the regression function. Estimators: kernel, local polynomial, the nearest neighbor, the smooth spline functions. Construction of confidence intervals and bands using the bootstrap method. Smoothing parameter selection. Quality rating based on simulation studies.	6
Lab 6	Estimation of survival function and hazard function with parametric and nonparametric methods. Construction of confidence intervals through approximation with the normal distribution and the bootstrap method. Quality rating based on simulation studies.	4
Lab 7	Empirical Bayesian methods. Quality assessment using simulation studies.	4
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture problem - computer presentation and traditional method
- N2. Laboratory - self development of programs for simulation, reports from analyses
- N3. Consultations
- N4. Student's self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	All subject effects of the course	Reports and activity during the laboratory.
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05	Test
$P=0,75 \cdot F1 + 0,25 \cdot F2$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1] L. Devroye, A Course in Density Estimation [2] B. Efron, R. Tibshirani, Introduction to the Bootstrap [3] B. Silverman, Density Estimation for Statistics and Data Analysis. [4] W. Härdle, Smoothing Techniques with implementation in S [5] A.W.Bowman and A. Azzalini, Applied Smoothing Techniques for Data Analysis, The kernel approach with S-Plus Illustrations [6] P.J. Green and B.W.Silverman, Nonparametric regression and Generalized Linear Models		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dr hab. Małgorzata Bogdan (Malgorzata.Bogdan@pwr.edu.pl)		

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
ESTIMATION THEORY MAT001581
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **APPLIED
MATHEMATICS**
AND SPECIALIZATION **COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04 K2MST_cm_W01	C2	Lec 1-Lec 4, Lec 13, Lec 14 Lab 1-Lab 3, Lab 6, Lab 7	1-4
PEK_W02	K2MST_W15 K2MST_cm_W02	C3	Lec 5-Lec 4, Lab 4-Lab 7	1-4
PEK_W03	K2MST_W16 K2MST_cm_W03	C1	Lec 1-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_W04	K2MST_W18	C5,C6	Lec 2-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_W05	K2MST_W13	C7, C8	Lec 1-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_W06	K2MST_W12	C4, C5, C6	Lec 2-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_U01 (skills)	K2MST_U11, K2MST_U24 K2MST_cm_U01	C1-C4	Lec 1-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_U02	K2MST_U12 K2MST_U02, K2MST_cm_U02	C4-C6	Lab 1-Lab 7	2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U20, K2MST_U25 K2MST_cm_U03	C5-C6	Lec 2, Lab 1-Lab 7	1-4
PEK_U04	K2MST_U21	C7-C8	Lab 1-Lab 7	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_cm_K01	C4-C8	Lab 1-Lab 7	2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K01 K2MST_cm_K02	C1-C8	Lec 1-Lec 14, Lab 1-Lab 7	1-4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: Matematyczne przetwarzanie obrazów
Name in English: Mathematical Image Processing
Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS
Specialization (if applicable): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION
Level and form of studies: ~~1st~~ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*
Kind of subject: ~~obligatory~~-/ optional / ~~university-wide~~*
Subject code MAT001582
Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knows basic concepts of theory of partial differential equations
2. Knows MATLAB package for mathematical computing

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of mathematical models in image processing.
 C2 Study of numerical methods for solving problems in image processing.
 C3 Application of acquired knowledge to construction and analysis of mathematical models in image processing

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows basic models for image restoration

PEK_W02 knows basic variational models for image segmentation

PEK_W03 knows numerical methods for solving problems in image processing

relating to skills:

PEK_U01 be able to demonstrate the difference between known models of image restoration

PEK_U02 be able to demonstrate the difference between known models of image segmentation

PEK_U03 be able to apply numerical methods to solve mathematical problems in image processing

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature.

PEK_K02 understands the need for systematic work on course material

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Overview of fundamental problems in image processing. Representation of images. Models of image degradation.	2
Lec 2	Linear diffusion filter. Gaussian smoothing in the frequency domain.	2
Lec 3	Nonlinear diffusion filters. Isotropic and anisotropic diffusion models.	4
Lec 4	Discretization of the nonlinear diffusion filter.	2
Lec 5	Introduction to variational models for image restoration.	2
Lec 6	Image denoising by total variation regularization.	2
Lec 7	First order numerical schemes for total variation minimization.	4
Lec 8	Image deblurring model.	2
Lec 9	Total variation model for image inpainting.	2
Lec 10	The Mumford-Shah model for image segmentation and its approximations.	4
Lec 11	Active contours model for image segmentation.	4
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Basic operation on images. Degradation of images. Gaussian smoothing.	4
Lab 2	Solving selected problems illustrating theory given in the lectures using mathematical MATLAB package for numerical computing	26
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method supported by multimedial presentation
 N2. Computer laboratory – working on a computer using MATLAB package for numerical computations
 N3. Consultations
 N4. Student’s self work – work on the project

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	activity in the laboratory
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	oral presentation, report
$P=0.2 \cdot F1 + 0.8 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] G. Aubert and P. Kornprobst „Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations”, Springer-Verlag, 2007.
 [2] T. Chan and J. Shen „Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods”, SIAM, 2006.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] O. Scherzer (Editor) „Handbook of Mathematical Methods in Imaging”, Springer-Verlag, 2010.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr Monika Muszkieta (monika.muszkieta@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
MATHEMATICAL IMAGE PROCESSING MAPXXXX
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND
COMMERCE**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04, K2MST_mso_W01	C1, C2, C3	Lec 1, Lec 2, Lec 3, Lec 5, Lec 6, Lec 8, Lec 9 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_W02	K2MST_W06, K2MST_mso_W02	C1, C2, C3	Lec 10, Lec 11 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_W03	K2MST_W07 K2MST_W13 K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 4, Lec 7 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U01 (skills)	K2MST_U04 K2MST_U05, K2MST_U06, K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 1, Lec 2, Lec 3, Lec 5, Lec 6, Lec 8, Lec 9 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U09 K2MST_U16 K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 10, Lec 11 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U17 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 4, Lec 7 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K05 K2MST_K06 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 11, Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K03 K2MST_K04 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 11, Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Matematyczne Przetwarzanie Obrazów
Nazwa w języku angielskim: Mathematical Image Processing
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu: MAT001582
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna podstawowe fakty teorii równań różniczkowych cząstkowych.
2. Student zna pakiet MATLAB do obliczeń matematycznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się modelami matematycznymi w przetwarzaniu obrazów.
 C2 Zapoznanie się z metodami numerycznymi do rozwiązywania problemów w przetwarzaniu obrazów.
 C3 Zastosowanie zdobytej wiedzy do konstrukcji i analizy modeli matematycznych w przetwarzaniu obrazów.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele odrestaurowania obrazów

PEK_W02 zna podstawowe modele wariacyjne segmentacji obrazów

PEK_W03 zna metody numeryczne do rozwiązywania problemów w przetwarzaniu obrazów

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi przedstawić różnicę pomiędzy znanymi modelami odrestaurowania obrazów

PEK_U02 potrafi przedstawić różnicę pomiędzy znanymi modelami segmentacji obrazów

PEK_U03 umie zastosować metody numeryczne, w celu rozwiązania problemów w przetwarzaniu obrazów

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać niezbędne informacje w literaturze

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej pracy nad materiałem kursu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przegląd podstawowych problemów w przetwarzaniu obrazów. Reprezentacja obrazów. Modele degradacji obrazów.	2
Wy2	Liniowy filtr dyfuzyjny. Wygładzanie gaussowskie w obszarze częstotliwości.	2
Wy3	Nieliniowe filtry dyfuzyjne. Izotropowe i anizotropowe modele dyfuzyjne	4
Wy4	Dyskretyzacja nieliniowego filtra dyfuzyjnego	2
Wy5	Wprowadzenie do modeli wariacyjnych odrestaurowania obrazów	2
Wy6	Usuwanie szumu z obrazów przy pomocy regularyzacji wahaniem całkowitym	2
Wy7	Schematy pierwszego rzędu minimalizacji wahaniami całkowitym	4
Wy8	Modele wyostrażania obrazów	2
Wy9	Modele oparte na wahaniu całkowitym do retuszowania obrazów	2
Wy10	Model Mumforda-Shaha segmentacji obrazów i jego aproksymacje	4
Wy11	Model aktywnych konturów segmentacji obrazów	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Podstawowe operacje na obrazach. Degradacja obrazów. Wygładzanie gaussowskie.	4
La2	Rozwiązywanie wybranych zadań ilustrujących teorie podaną na wykładzie używając pakietu MATLAB do obliczeń matematycznych.	26
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowo-informacyjny– metoda tradycyjna, prezentacja multimedialna
- N2. Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu Matlab
- N3. Konsultacje
- N4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	aktywność na laboratoriach
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	oral presentation, report
P=0.2*F1+0.8*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] G. Aubert and P. Kornprobst „Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations”, Springer-Verlag, 2007.
- [2] T. Chan and J. Shen „Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods”, SIAM, 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] O. Scherzer (Editor) „Handbook of Mathematical Methods in Imaging”, Springer-Verlag, 2010.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr Monika Muszkieta (monika.muszkieta@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
MATEMATYCZNE PRZETWARZANIE OBRAZÓW MAT001582
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04, K2MST_mso_W01	C1, C2, C3	Lec 1, Lec 2, Lec 3, Lec 5, Lec 6, Lec 8, Lec 9 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_W02	K2MST_W06, K2MST_mso_W02	C1, C2, C3	Lec 10, Lec 11 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_W03	K2MST_W07 K2MST_W13 K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 4, Lec 7 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U04 K2MST_U05, K2MST_U06, K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 1, Lec 2, Lec 3, Lec 5, Lec 6, Lec 8, Lec 9 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U09 K2MST_U16 K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Lec 10, Lec 11 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U17 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 4, Lec 7 Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K05 K2MST_K06 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 11, Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K03 K2MST_K04 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 11, Lab 1, Lab 2	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: TEORIA KOLEJEK I SIECI KOMUNIKACYJNE****Nazwa w języku angielskim: Queues and Communication Networks****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS****Specjalność (jeśli dotyczy): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION****Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~*****Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~/ wybieralny / ~~ogólnouczelniany~~*****Kod przedmiotu: MAT001583****Grupa kursów: TAK / ~~NIE~~***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student posiada elementarną wiedzę z Rachunku Prawdopodobieństwa

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstaw teorii kolejek i zaznajomienie z podstawowymi pojęciami potrzebnymi do analizy sieci komunikacyjnych

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna najważniejsze fakty z teorii kolejek

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego sieci komunikacyjnych i zna możliwe zastosowania teorii kolejek w naukach biologicznych, fizycznych, ekonomicznych itp.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi konstruować i analizować modele kolejkowe opisujące różnorodne zastosowania

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Podstawy teorii procesów Markowa	2
Wy2	Podstawy procesów punktowych	2
Wy3	Rozkłady stacjonarne w kolejkach z wejściem Poissonowskim	4
Wy4	Model Erlanga ze stratami	2
Wy5	Sieci typu Jacksona i Gordona-Newela	6
Wy6	Sieci z kilkoma klasami klientów	4
Wy7	Kolejki z kilkoma serwerami i różnymi dyscyplinami obsługi	4
Wy8	Kolejki z powrotami i stratami	4
Wy9	Analiza tranzytywna kolejek	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ilustracja modeli. Metody analityczne i komputerowe. Przykłady modeli kolejkowych.	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
2. Ćwiczenia rachunkowe i problemowe.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	egzamin
F2	PEK_U01 PEK_K01	odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Asmussen, S. (2003) Applied Probability and Queues, Springer.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[2] Cohen, J.W. (1969) The Single Server Queue North, Holland.

[3] Takacs, L. (1962) Introduction to the Theory of Queues Oxford University Press.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Zbigniew Palmowski (Zbigniew.Palmowski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
QUEUES AND COMMUNICATION NETWORKS MAT001583
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **APPLIED MATHEMATICS**
I SPECJALNOŚCI **MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION****

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_mso_W01	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1	Wy1-Wy10	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1	Ćw1	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1	Wy1-Wy10, Ćw1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS SUBJECT CARD					
Name in Polish: TEORIA KOLEJEK I SIECI KOMUNIKACYJNE					
Name in English: Queues and Communication Networks					
Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS					
Specialization (if applicable): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION					
Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time /part-time*					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*					
Subject code MAT001583					
Group of courses YES /NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5	1,5			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has an elementary knowledge of probability theory.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Learning and mastery of key concepts and methods in the field of queuing theory and communication networks

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the most important theorems and hypotheses of queuing theory

PEK_W02 knows the basics of stochastic modeling of stochastic networks with applications to biology, physics, economics etc.

relating to skills:

PEK_U01 can construct queuing models used in various applications

relating to social competences:

PEK_K01 can by himself/herself search for information in the literature, even in foreign languages

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Basic concepts from Markov processes theory	2
Lec 2	An outline of the theory of point processes	2
Lec 3	Steady state analysis of Markovian queues	4
Lec 4	Erlang Loss System	2
Lec 5	Open Jackson network and Gordon-Newel network	6
Lec 6	Multi-class Queue	4
Lec 7	Multiserver queus and various queue disciplines	4
Lec 8	Queues with feedback and loss systems	4
Lec 9	Transient analysis of Markovian queues	2
	Total hours	30
Form of classes - class		Number of hours
Cl 1	Illustration of all models.. Analytical and computer methods. Examples of queuing models.	30
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
<p>N1. Lecture problem - traditional method. N2. Problem and counting exercises. N3. Consultations. N4. Student's self work - preparation for exercises.</p>		
EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_K01	exam
F2	PEK_U01 PEK_K01	oral responses, tests, small tests
P=0.5*F1+0.5*F2		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		

PRIMARY LITERATURE:

[1] Asmussen, S. (2003) Applied Probability and Queues, Springer.

SECONDARY LITERATURE:

[2] Cohen, J.W. (1969) The Single Server Queue North, Holland.

[3] Takacs, L. (1962) Introduction to the Theory of Queues Oxford University Press.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Zbigniew Palmowski (Zbigniew.Palmowski@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT QUEUES AND COMMUNICATION NETWORKS
MAT001583 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD
OF STUDY APPLIED APPLIED MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION MODELLING, SIMULATION,
OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_mso_W01	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_W02	K2MST_W09 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1	Lec 1-Lec 10	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1	CI 1	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1	Lec 1-Lec 10, CI 1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim ZAAWANSOWANE ZAGADNIENIA Z TEORII GIER DYNAMICZNYCH	
Nazwa w języku angielskim ADVANCED TOPICS IN DYNAMIC GAMES	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Applied Mathematics	
Specjalność (jeśli dotyczy): Modelling, Simulation, Optimization	
Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*	
Kod przedmiotu	MAT001584
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1	3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawy algebry, analizy matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa.
2. Podstawy z teorii gier.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z markowskimi procesami decyzyjnymi.
- C2 Zapoznanie się z metodami obliczania funkcji wartości oraz optymalnych polityk.
- C3 Poznanie prostych modeli dających się rozwiązać za pomocą programowania dynamicznego.
- C4. Poznanie prostych modeli opisywanych za pomocą gier stochastycznych.
- C5. Poznanie podstaw teorii i zastosowań dynamicznych gier z continuum graczy.
- C6. Zastosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Zna podstawowy programowania dynamicznego.

PEK_W02. Zna podstawy teorii gier stochastycznych.

PEK_W03. Zna podstawy teorii gier dynamicznych z continuum graczy.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi znaleźć optymalną politykę oraz funkcję wartości w prostym modelu markowskiego procesu decyzyjnego.

PEK_U02 Potrafi zweryfikować, czy zadane strategie tworzą równowagę Nasha dla prostych gier stochastycznych.

PEK_U03 Potrafi dobrać odpowiedni model dynamiczny do zadanego problemu optymalizacyjnego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01. Potrafi korzystać z literatury naukowej.

PEK_K02. Potrafi wspomagać analizę modeli matematycznych stosownymi narzędziami informatycznymi.

PEK_K03. Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do markowskich procesów decyzyjnych. Pojęcie polityki, różne kryteria optymalności. Przykłady modeli.	2
Wy2	Metoda programowania dynamicznego. Rozwiązywanie modeli ze skończonym horyzontem czasowym. Indukcja wsteczna.	2
Wy3	Rozwiązywanie modeli dyskontowanych z nieskończonym horyzontem czasowym. Zastosowanie tw. Banacha do otrzymania równania optymalności.	2
Wy4	Algorytmy stosowane w rozwiązywaniu modeli dyskontowanych z nieskończonym horyzontem czasowym: algorytm iteracji wartości, algorytm poprawiania polityki, programowanie liniowe.	4
Wy5	Markowskie procesy decyzyjne z kryterium optymalności wrażliwym na ryzyko. Inne kryteria optymalności.	2
Wy6	Zastosowanie powyższych technik do rozwiązywania specyficznych modeli.	2
Wy7	Dwuosobowe dyskontowane gry stochastyczne o sumie zerowej. Twierdzenie Shapleya.	4
Wy8	Dyskontowane gry stochastyczne o sumie niezerowej.	2
Wy9	Inne kryteria optymalności w grach stochastycznych.	2
Wy10	Przykłady zastosowań gier stochastycznych w ekonomii i technice.	2
Wy11	Gry dynamiczne z continuum graczy. Warunki istnienia rozwiązań w tego typu grach. Związek z grami o skończonej liczbie graczy. Przykłady zastosowań w ekonomii i technice.	4
Wy12	Podsumowanie i kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Łańcuchy Markowa.	2
Ćw2	Rozwiązywanie różnych modeli markowskich.	14
Ćw3	Rozwiązywanie różnych modeli opartych na grach stochastycznych.	14
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna 2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Odpowiedzi ustne, quizy
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Egzamin
P=0,5*F1+0,5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] M. Puterman, Markov decision processes, Wiley 1994. [2] N. Stockey, R. Lucas, E. Prescott, Recursive methods in economic dynamics, Harvard University Press, 1989. [3] A. Haurie, J.B. Krawczyk, G. Zaccour. Games and Dynamic Games. World Scientific, 2012.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[4] H. Tijms, A first course in stochastic models, Wiley 2003. [5] B. Jovanovic and R. W. Rosenthal. Anonymous sequential games. Journal of Mathematical Economics, 17:77–87, 1988. [6] O. Gueant, J-M. Lasry, P-L. Lions, Mean field games and applications. W R. Carmona et al., editor, Paris Princeton Lectures in Mathematical Finance IV, Lecture Notes in Mathematics v.2003. Springer Verlag, 2010.</p>
<p>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</p> <p>Dr hab. inż. Anna Jaskiewicz (<i>Anna.Jaskiewicz@pwr.edu.pl</i>) Dr Piotr Więcek (<i>Piotr.Wiecek@pwr.edu.pl</i>)</p>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
ZAAWANSOWANE ZAGADNIENIA Z TEORII GIER DYNAMICZNYCH
MAT001584
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W01, K2MST_mso_W01	C1, C2, C3, C6	Wy1, Wy2, Wy3, Wy4, Wy5, Wy6	1, 3
PEK_W02	K2MST_W02, K2MST_mso_W02	C4, C6	Wy7, Wy8, Wy9, Wy10	1, 3
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_W13, K2MST_W17 K2MST_mso_W03	C5, C6	Wy11	1, 3
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U04, K2MST_U05, K2MST_U07, K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Ćw1, Ćw2	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U08, K2MST_U10, K2MST_U13, K2MST_mso_U02	C4	Ćw3	2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U18, K2MST_U23, K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U26, K2MST_U27 K2MST_mso_U03	C6	Ćw2, Ćw3	2, 3, 4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K01, K2MST_mso_K01	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw3	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K04, K2MST_K05, K2MST_mso_K02	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw3	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K2MST_K07	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw3	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: **Zaawansowane zagadnienia z teorii gier dynamicznych**

Name in English: **Advanced Topics in Dynamic Games**

Main field of study (if applicable): **Applied Mathematics**

Specialization (if applicable): **Modelling, Simulation, Optimization**

Level and form of studies: ~~1st~~ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code **MAT001584**

Group of courses **YES / NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of examination	exam				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	1	3			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a basic knowledge of the calculus, algebra and the probability theory.
2. Student has a basic knowledge of game theory.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Basic knowledge of Markov decision processes.
- C2. Basic knowledge of algorithms allowing to find value functions and optimal policies.
- C3. Basic knowledge of simple markovian decision models.
- C4. Basic knowledge of stochastic game models.
- C5. Basic knowledge of theory and applications of mean field games.
- C6. Ability to apply the acquired knowledge to create and analyze dynamic optimization models in various fields of science and technology.

*niepotrzebne skreślić

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

The scope of the student's knowledge:

PEK_W01 Students knows basic concepts of dynamic programming.

PEK_W02. Student knows basics of theory of stochastic games.

PEK_W03. Student knows basics of theory of mean field games.

The scope of the student's skills:

PEK_U01 Student is able to find an optimal policy and value function in a simple markovian decision process.

PEK_U02. Student is able to check whether a vector of strategies forms a Nash equilibrium in a given simple stochastic game.

PEK_U03. Student is able to construct an appropriate dynamic model of a given optimization problem.

The scope of the student's social skills:

PEK_K01. Student is able to utilise literature pointed out by the lecturer.

PEK_K02. Student is able to use computer programs in order to solve some issues.

PEK_K03. Student understands the necessity of further self-learning.

Course content

Form of activities - lectures		Hours load
Lec1	Introduction to markovian decision processes, the concept of a policy, different optimality criteria, examples of simple models.	2
Lec2	Dynamic programming method. Solving models with finite time horizon. Backward induction.	2
Lec3	Models with infinite time horizon. The Banach fixed point theorem and its application to a solution of the Bellman equation.	2
Lec4	Algorithms applied to infinite time horizon models: value iteration, policy improvement, LP.	4
Lec5	Markov decision processes with risk sensitive payoff criteria. Other payoff criteria.	2
Lec6	Specific models.	2
Lec7	Two-person zero-sum discounted stochastic games. The theorem of Shapley.	4
Lec8	Nonzero-sum discounted stochastic games.	2
Lec9	Stochastic games with other payoff criteria.	2
Lec10	Applications of stochastic games in economics and engineering.	2
Lec11	Mean field games. The existence of solutions. Relation with games with a finite number of players. Examples of applications in economics and engineering.	4
Lec12	Summary and exam.	2
Total load (in hours)		30

Form of activities – classes, practice		Hours load
Tu1	Markov chains.	2
Tu2	Solving different markovian decision models.	14
Tu3	Solving different stochastic game models.	14
Total load (in hours)		30

TOOLS FOR TEACHING

- 1 Lecture - traditional method.
- 2 Exercise and accounting problems - the traditional method.
- 3 Consultation.
- 4 Student's own work - preparing to exercise and test.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01,PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01,PEK_U02, PEK_U03,PEK_K01, PEK_K02	oral presentations, quizzes
F2	PEK_W01,PEK_W02, PEK_U01,PEK_U02, PEK_U03,PEK_K01, PEK_K02	exam
P=0,5*F1+0,5*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] M. Puterman, Markov decision processes, Wiley 1994.
- [2] N. Stockey, R. Lucas, E. Prescott, Recursive methods in economic dynamics, Harvard University Press, 1989.
- [3] A. Haurie, J.B. Krawczyk, G. Zaccour. Games and Dynamic Games. World Scientific, 2012.

SECONDARY LITERATURE

- [4] H. Tijms, A first course in stochastic models, Wiley 2003.
- [5] B. Jovanovic and R. W. Rosenthal. Anonymous sequential games. Journal of Mathematical Economics, 17:77–87, 1988.
- [6] O. Gueant, J-M. Lasry, P-L. Lions, Mean field games and applications. W R. Carmona et al., editor, Paris Princeton Lectures in Mathematical Finance IV, Lecture Notes in Mathematics v.2003. Springer Verlag, 2010.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Anna Jaskiewicz (*Anna.Jaskiewicz@pwr.edu.pl*)
 Dr Piotr Więcek (*Piotr.Wiecek@pwr.edu.pl*)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
ADVANCED TOPICS IN DYNAMIC GAMES MAT001584
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W01, K2MST_mso_W01	C1, C2, C3, C6	Lec1, Lec2, Lec3, Lec4, Lec5, Lec6	1, 3
PEK_W02	K2MST_W02, K2MST_mso_W02	C4, C6	Lec7, Lec8, Lec9, Lec10	1, 3
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_W13, K2MST_W17 K2MST_mso_W03	C5, C6	Lec11	1, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U04, K2MST_U05, K2MST_U07, K2MST_mso_U01	C1, C2, C3	Tu1, Tu2	2, 3, 4
PEK_U02	K2MST_U08, K2MST_U10, K2MST_U13, K2MST_mso_U02	C4	Tu3	2, 3, 4
PEK_U03	K2MST_U18, K2MST_U23, K2MST_U24 K2MST_U25, K2MST_U26, K2MST_U27 K2MST_mso_U03	C6	Tu2, Tu3	2, 3, 4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K01, K2MST_mso_K01	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Lec1-Lec11, Tu1-Tu3	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K04, K2MST_K05, K2MST_mso_K02	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Lec1-Lec11, Tu1-Tu3	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K2MST_K07	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Lec1-Lec11, Tu1-Tu3	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Badania Operacyjne

Nazwa w języku angielskim: Operations Research

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Applied Mathematics

Specjalność (jeśli dotyczy): Modelling, Simulation, Optimization

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu: MAT001585

Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i potrafi stosować podstawowe pojęcia z zakresu algebry liniowej i logiki.
2. Student zna podstawy programowania komputerów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie modeli matematycznych wspomagających podejmowanie decyzji.
- C2 Poznanie podstawowych algorytmów stosowanych w badaniach operacyjnych.
- C3 Nabycie umiejętności konstrukcji modeli matematycznych dla praktycznych problemów.
- C4 Nabycie umiejętności implementacji modeli w języku modelowania matematycznego.
- C5 Nabycie umiejętności przedstawienia i interpretacji rozwiązania zbudowanego modelu.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 ma pogłębioną wiedzę z zakresu teorii programowania liniowego.

PEK_W02 zna podstawowe modele matematyczne i techniki obliczeniowe stosowane w badaniach operacyjnych.

Z zakresu umiejętności student:

PEK_U01 potrafi zbudować model matematyczny dla praktycznego problemu

PEK_U02 potrafi zaimplementować model matematyczny w języku modelowania matematycznego.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK_K01 potrafi przedstawić rozwiązanie problemu w sposób zrozumiały dla niematematyków

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do badań operacyjnych. Sformułowanie zadania programowania liniowego	2
Wy2	Budowa modeli matematycznych (1)	2
Wy3	Budowa modeli matematycznych (2)	2
Wy4	Budowa modeli matematycznych (3)	2
Wy5	Algorytm sympleksowy dla programowania liniowego	2
Wy6	Dualizm i analiza wrażliwości w programowaniu liniowym	2
Wy7	Algorytmy dla programowania liniowego całkowitoliczbowego	2
Wy8	Problem najtańszego przepływu w sieci – zastosowania i własności matematyczne	2
Wy9	Sieciowy algorytm sympleksowy	2
Wy10	Problem najkrótszej (najdłuższej) ścieżki w sieci – zastosowania i algorytmy.	2
Wy11	Problem maksymalnego przepływu w sieci – zastosowania i algorytmy.	2
Wy12	Problem przyporządkowania, minimalnego drzewa rozpinającego i problem komiwojażera – zastosowania i algorytmy.	2
Wy13	Podstawy złożoności obliczeniowej, NP-trudne problemy kombinatoryczne, ograniczenia współczesnych technik obliczeniowych.	2
Wy14	Programowanie wielokryterialne	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie z językiem MathProg (AMPL)	2
La2	Budowa i implementacja modeli liniowych dla wybranych problemów	4

La3	Budowa i implementacja modeli liniowych całkowitoliczbowych dla wybranych problemów	8
La4	Budowa i implementacja modeli dla problemu najtańszego przepływu i jego specjalnych przypadków	4
La5	Budowa i implementacja modeli dla różnych wariantów problemu komiwojażera	2
La6	Budowa i implementacja modeli dla wybranych problemów optymalizacji kombinatorycznej	4
La7	Budowa i implementacja modeli dla wybranych problemów wielokryterialnych	4
La8	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – prezentacja komputerowa i metoda tradycyjna.
2. Laboratoria komputerowe – budowa modeli dla wybranych problemów, implementacja tych modeli w języku AMPL.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	kolokwium z wykładu
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	kolokwium z laboratorium
P=0.5F1+0.5F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] H. A. Taha. Operations research. An introduction. Pearson Education 2007.
- [2] F.S. Hillier, G. J. Lieberman. Introduction to operations research. Mc. Graw Hill 2001.
- [3] B. Kolman, R.E. Beck. Elementary linear programming with applications. Elsevier Science 1995.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] A. Shrijver. Theory of linear and integer programming. J. Wiley & Sons 1999.
- [5] M.S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali. Linear programming and network flows. J. Wiley & Sons 2010.
- [6] R. Ahuja, T. Magnanti, J. Orlin. Network flows. Theory algorithms and applications. Prentice Hall 1993.
- [7] R. Fourer, D.M. Gay, B.W. Kernighan. AMPL. A modeling language for mathematical programming, free e-book: <http://ampl.com/resources/the-ampl-book/chapter-downloads/>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Adam Kasperski (adam.kasperski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
BADANIA OPERACYJNE MAT001585
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W04 K2MST_W08, K2MST_mso_W01	C1, C2	Wy5-Wy14	1
PEK_W02	K2MST_W11, K2MST_W21 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1, C2	Wy1-Wy4, Wy8-Wy12	1
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U10 K2MST_U15, K2MST_mso_U01	C3, C4	Wy1-Wy4 La1-La8	1,2
PEK_U02	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C3, C4	La1-La8	2
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K05 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C5	La1-La8	2

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD

Name in Polish: Badania Operacyjne

Name in English: Operations Research

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~*

Kind of subject: ~~obligatory~~ / optional / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001585

Group of courses YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	1		3		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3				

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows and can apply basic notions of linear algebra and logic.
2. Student knows basics of computer programming.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Learning of basic mathematical models supporting decision-making.
- C2 Learning of basic algorithms used in operations research
- C3 Acquisition of abilities in constructing mathematical models for real problems.
- C4 Acquisition of abilities in implementing models in a mathematical modeling language
- C5 Acquisition of abilities in presenting and interpreting solutions of the constructed models.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge the student:

PEK_W01 has in-depth knowledge of linear programming

PEK_W02 knows basic models and algorithms used in operations research.

relating to skills the student:

PEK_U01 can build mathematical models for real problems

PEK_U02 can implement mathematical models using a mathematical modeling language

relating to social competences the student:

PEK_K01 can present problem solutions to non-mathematicians in an understandable way.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to operations research. Formulation of the linear programming problem	2
Lec2	Building mathematical models (1)	2
Lec3	Building mathematical models (2)	2
Lec4	Building mathematical models (3)	2
Lec5	The simplex algorithm for linear programming.	2
Lec6	Duality and sensitivity analysis in linear programming	2
Lec7	Algorithms for integer linear programming.	2
Lec8	Minimum cost flow problem – applications and mathematical properties	2
Lec9	Network simplex algorithm	2
Lec10	The shortest (longest) path problem – applications and algorithms	2
Lec11	The maximum flow problem – applications and algorithms	2
Lec12	The assignment, minimum spanning tree and traveling salesperson problems – applications and algorithms	2
Lec13	Elements of computational complexity, NP-hard combinatorial optimization problems and limitations of modern computational techniques.	2
Lec14	Multiobjective programming	2
Lec15	Written test	
	Total hours	30
Form of classes - Class		Number of hours
La1	Introduction to MathProg (AMPL) language	2
La2	Building and implementing linear programming models for chosen problems	4
La3	Building and implementing integer linear programming models for chosen problems	8

La4	Building and implementing models for the minimum cost flow problem and its variants	4
La5	Building and implementing models for various variants of the traveling salesperson problem	2
La6	Building and implementation models for chosen combinatorial optimization problems	4
La7	Building and implementing models for chosen multiobjective problems	4
La8	Written test	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – computer presentation and traditional method
N2. Laboratory – building models for chosen problems and implementation of the models using the AMPL language

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02	Written test (lecture)
F2	PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01	Written test (laboratory)
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] H. A. Taha. Operations research. An introduction. Pearson Education 2007.
- [2] F.S. Hillier, G. J. Lieberman. Introduction to operations research. Mc. Graw Hill 2001.
- [3] B. Kolman, R.E. Beck. Elementary linear programming with applications. Elsevier Science 1995.

SECONDARY LITERATURE:

- [4] A. Shrijver. Theory of linear and integer programming. J. Wiley & Sons 1999.
- [5] M.S. Bazaraa, J. J. Jarvis, H. D. Sherali. Linear programming and network flows. J. Wiley & Sons 2010.
- [6] R. Ahuja, T. Magnanti, J. Orlin. Network flows. Theory algorithms and applications. Prentice Hall 1993.
- [7] R. Fourer, D.M. Gay, B.W. Kernighan. AMPL. A modeling language for mathematical programming, free e-book: <http://ampl.com/resources/the-ampl-book/chapter-downloads/>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Adam Kasperski (adam.kasperski@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
OPERATIONS RESEARCH MAT001585
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W04 K2MST_W08, K2MST_mso_W01	C1, C2	Lec5-Lec14	1
PEK_W02	K2MST_W11, K2MST_W21 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1, C2	Lec1-Lec4 Lec8-Lec12	1
PEK_U01 (skills)	K2MST_U10 K2MST_U15, K2MST_mso_U01	C3, C4	Lec1-Lec4 La1-La8	1,2
PEK_U02	K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C3, C4	La1-La8	2
PEK_K01 (competences)	K2MST_K05 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C5	La1-La8	2

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Optymalne Sterowanie

Nazwa w języku angielskim: Optimal Control

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Stopień studiów i forma: 2 stopień, stacjonarna /niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~ / wybieralny /~~ogólnouczelniany~~ *

Kod przedmiotu: MAT001586

Grupa kursów: TAK / NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin-/ zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	1		3		
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Algebra, Analiza matematyczna, Wprowadzenie do teorii prawdopodobieństwa,

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie pojęć i metod modeli sterowania.

C2 Poznanie sformułowań zadań optymalnego sterowania.

C3 Poznanie podstaw analizy dla systemów dynamicznych.

C5 Poznanie modeli i analizy stochastycznych systemów sterowania.

C6 Zastosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01. Zna sformułowania problemów sterowania i ich matematycznych modeli.
 PEK_W02. Rozpoznaje sytuacje wymagające stosowania metod optymalnego sterowania w celu rozwiązania praktycznych problemów.
 PEK_W03. Zna ograniczenia metod analitycznych i możliwości numerycznej analizy modeli dynamicznych.
 PEK_W04. Zna stochastyczne metody w zagadnieniach sterowania.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01. Potrafi sformułować zadanie modelowania procesu sterowania w dogodnej do analizy formie.
 PEK_U02. Potrafi zastosować właściwy algorytm do rozwiązania zadania w zakresie sterowania układami z czasem ciągłym i dyskretnym.
 PEK_U03. Potrafi rozpoznać zagadnienia optymalizacyjne do których właściwe metody oparte są na wykorzystaniu aparatu stochastycznego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01. Potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.
 PEK_K02. Potrafi wspomagać analizę modeli matematycznych stosownymi narzędziami informatycznymi.
 PEK_K03. Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Programowanie dynamiczne -- algorytm. Sterowanie układem deterministycznym z czasem dyskretnym.	2
Wy2	Procesy z czasem dyskretnym. Łącuchy Markowa. Warunkowa wartość oczekiwana. Martyngały i momenty zatrzymania.	2
Wy3	Markowskie procesy decyzyjne. Równanie Bellmana.	2
Wy4	Modele z nieskończonym horyzontem-podstawy. Modele decyzyjne markowskie z dyskontowaniem wypłat. Minimalizacja średniego kosztu na jednostkę. Średnia wypłata i inne kryteria.	4
Wy5	Przykłady zastosowań markowskich procesów decyzyjnych w zagadnieniach odnowy, optymalizacji serwisu.	2
Wy6	Sterowanie optymalne układu w czasie ciągłym. Równanie Hamiltona-Jakobiego-Bellmana.	2
Wy7	Systemy liniowe z kwadratową funkcją kosztu i pełną obserwacją stanu. Zadanie sterowania zapasami.	2
Wy8	Systemy z niepewną obserwacją stanu. Iteracyjne wyznaczanie funkcji wartości.	2
Wy9	Aproksymacja rozwiązań równania Bellmana.	2
Wy10	Optymalne zatrzymywanie ciągów skończonych.	2
Wy11	Optymalne zatrzymywanie ciągów skończonych-przypadek łańcucha Markowa. Problem wyboru najlepszego obiektu.	2
Wy12	Optymalne zatrzymywanie ciągów nieskończonych. Przypadek łańcucha Markowa.	2
Wy13	Problem wykrywania rozregulowania.	2
Wy14	Rozwiązania suboptymalne. Systemy adaptacyjne.	2

Suma godzin	30
-------------	-----------

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykłady deterministycznych układów sterowania z czasem dyskretnym.	2
Ćw2	Analiza własności łańcuchy Markowa. Badanie stacjonarności i ergodyczności. Klasyfikacja stanów. Warunkowa wartość oczekiwana. Martyngały i momenty zatrzymania.	2
Ćw3	Konstrukcja markowskiego procesu decyzyjnego dla wybranych przykładów. Analiza równania Bellmana dla skonstruowanego MDP.	2
Ćw4	Badanie własności modeli z nieskończonym horyzontem. Przypadek modeli decyzyjnych markowskich z dyskontowaniem wypłat. Minimalizacja średniego kosztu na jednostkę. Średnia wypłata i inne kryteria.	4
Ćw5	Przykłady zastosowań markowskich procesów decyzyjnych w zagadnieniach odnowy, optymalizacji serwisu.	2
Ćw6	Analiza przykładowych układów sterowania w czasie ciągłym. Wyznaczenie sterowania optymalnego. Badanie równanie Hamiltona-Jakobiego-Bellmana.	2
Ćw7	Wyznaczenie sterowania i wartości kryterium dla systemu liniowego z kwadratową funkcją kosztu i pełną obserwacją stanu. Zadanie sterowania zapasami.	2
Ćw8	Analiza systemu z niepewną obserwacją stanu. Iteracyjne wyznaczanie funkcji wartości.	2
Ćw9	Aproksymacja rozwiązania równania Bellmana.	2
Ćw10	Wyznaczanie rozwiązania zadania optymalnego zatrzymywania ciągów skończonych.	2
Ćw11	Analiza zadań optymalnego zatrzymywania ciągów-przypadek łańcucha Markowa. Przykłady zastosowań: problem wyboru najlepszego obiektu, sekwencyjne testy.	4
Ćw12	Analiza wybranych przykładów problem wykrywania rozregulowania.	2
Ćw13	Rozwiązania suboptymalne. Systemy adaptacyjne.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna 2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	odpowiedzi ustne, kartkówki

	PEK_W03 PEK_W04 PEK_K01 PEK_K02	
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	kolokwium
P=0,4*F1+0,6*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Dimitri P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control, vol. 1, Athena Scientific, Belmont, MA: 2005.
- [2] Dimitri P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control, vol. 2, Athena Scientific, Belmont, MA: 2007.
- [3] Harold Kushner: Wprowadzenie do teorii sterowania stochastycznego. WNT, 1983.
- [4] A.N. Shiryaev. Optimal Stopping Rules. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1978.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. P. Aubin, Optima and Equilibria. An Introduction to Nonlinear Analysis, Springer, Berlin 1993.
- [2] Wayne I. Winston: Introduction to mathematical programming: applications and algorithms, 1991.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Krzysztof Szajowski (krzysztof.szajowski@pwr.wroc.pl)

Dr hab. inż. Anna Jaśkiewicz

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Optimal Control MAT001586
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04	K2MST_W01, K2MST_W02, K2MST_W03, K2MST_W06, K2MST_W07, K2MST_W08, K2MST_W10 K2MST_mso_W01 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1—C6	Wy1—Wy9	1,3,4
PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	K2MST_U01, K2MST_U02, K2MST_U03, K2MST_U15, K2MST_U16, K2MST_U17, K2MST_U18, K2MST_U19 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1—C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	K2MST_K01, K2MST_K02, K2MST_K03, K2MST_K04, K2MST_K05, K2MST_K06 K2MST_K07 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy14, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: **Optymalne sterowanie**

Name in English: **Optimal control**

Main field of study (if applicable): **APPLIED MATHEMATICS**

Specialization (if applicable): **MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Level and form of studies: **1st/ 2nd* level, full-time / part-time***

Kind of subject: **obligatory / optional / ~~university-wide*~~**

Subject code **MAT001586**

Group of courses **YES / NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	1		3		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has basic knowledge of calculus, algebra and the probability theory.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Understanding the concepts and methods of control.
- C2 Understanding the wording optimal control tasks.
- C3 Knowledge of the backgrounds for the analysis of dynamic systems.
- C4 Understanding models and analysis of stochastic control systems.
- C5 Application of acquired knowledge to create and analyze mathematical models to solve theoretical and practical problems in various fields of science and technology.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

The scope of the student's knowledge:

PEK_W01: Student knows the formulation of operational research problems.

PEK_W02: He recognizes situations that require the application of operations research methods to solve practical problems.

PEK_W03: He knows the limitations of analytical methods and the possibility of numerical analysis of dynamic models.

PEK_W04: He knows the stochastic methods in operations research.

The scope of the student's skills:

- PEK_U01. Student is able to formulate modeling task for analysis in a convenient form.
 PEK_U02. He can use the appropriate algorithm to solve tasks in the operational research.
 PEK_U03. Student is able to recognize issues that competent optimization methods are based on the use of stochastic camera.

The scope of the student's social skills:

- PEK_K01 The student is able to find and use the recommended literature course and independently acquire knowledge
 PEK_K02 The student is able to use the basic tools for the analysis of mathematical models
 PEK_K03 The student understands the need for systematic and independent work on mastery of course material.

Course content		
Form of activities - lectures		Hours load
Wy1	Deterministic control system with discrete time. Algorithm of dynamic programming.	2
Wy2	Processes with discrete time. Markov chains. Conditional expectation. Martingales and Markov times.	2
Wy3	Markov decision processes. Bellman equation.	2
Wy4	Introduction to models with infinite horizon. Markov decision models with discounted payments, minimizing the average cost per unit and other criteria.	4
Wy5	Applications Markov decision processes in the reliability theory, the renewal theory, the queue theory.	2
Wy6	Optimal control of the continuous time. The Hamilton-Jacobi-Bellman equation.	2
Wy7	Linear systems with quadratic cost function and a complete state observation. The inventory control systems.	2
Wy8	Systems with uncertain state observation. Iterative determination of the value functions.	2
Wy9	The approximated solution of the Bellman equation.	2
Wy10	Optimal stopping of finite sequences.	2
Wy11	Optimal stopping of finite Markov sequences. Examples.	2
Wy12	Infinite horizon optimal stopping problem.	2
Wy13	The disorder detection problem.	2
Wy14	Suboptimal solutions of operation models. Adaptive systems.	2
Total load (in hours)		30

Form of activities: classes, practice		Number of hours
Ćw1	Examples of deterministic control systems with discrete time.	2
Ćw2	Properties of Markov chains and their analysis. Checking stationarity and ergodicity of stochastic sequences. Classification of states. Conditional expectation. Martingales and Markov moments.	2
Ćw3	Markov decision process for selected practical problems. Analysis of the Bellman equation for the constructed MDPs.	2

Ćw4	Investigation of infinite horizon models. Markov decision models with discounted payoffs, the average cost per unit, and other criteria.	4
Ćw5	Applications Markov decision processes in the reliability theory, the renewal theory, the queue theory-examples.	2
Ćw6	Optimal control of the continuous time. The Hamilton-Jacobi-Bellman equation.	2
Ćw7	Linear systems with quadratic cost function and a complete state observation. The inventory control systems.	2
Ćw8	Systems with uncertain state observation. Iterative determination of the value functions.	2
Ćw9	The approximated solution of the Bellman equation.	2
Ćw10	Optimal stopping of finite sequences.	2
Ćw11	Optimal stopping of finite Markov sequences. Examples.	4
Ćw12	Analysis of selected disorder problems.	2
Ćw13	Suboptimal solutions. Adaptive systems.	2
	Total hours	30

TOOLS FOR TEACHING

- 1 Lecture - traditional method.
- 2 Exercise and accounting problems - the traditional method.
- 3 Consultation.
- 4 Student's own work - preparing to exercise and test.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 PEK_W04, PEK_W05 PEK_K01, PEK_K02	oral presentations, quizzes, tests
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 PEK_W04, PEK_W05 PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04 PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	exam
$P=0,4*F1+0,6*F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Dimitri P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control, vol. 1, Athena Scientific, Belmont, MA: 2005.
- [2] Dimitri P. Bertsekas, Dynamic Programming and Optimal Control, vol. 2, Athena Scientific, Belmont, MA: 2007.
- [3] Harold Kushner: Wprowadzenie do teorii sterowania stochastycznego. WNT, 1983.
- [4] A.N. Shiryaev. Optimal Stopping Rules. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1978.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] J. P. Aubin, Optima and Equilibria. An Introduction to Nonlinear Analysis, Springer, Berlin 1993.
- [2] Wayne I. Winston: introduction to mathematical programming: applications and algorithms, 1991.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Anna Jaśkiewicz

Prof. Dr Hab. Eng. Krzysztof Szajowski (krzysztof.szajowski@pwr.edu.pl)

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
Optimal Control MAT001586
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
 MATHEMATICS AND SPECIALIZATION MODELLING, SIMULATION,
 OPTIMIZATION

AND SPECIALIZATION Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04	K2MST_W01, K2MST_W02, K2MST_W03, K2MST_W06, K2MST_W07, K2MST_W08, K2MST_W10 K2MST_mso_W01 K2MST_mso_W02 K2MST_mso_W03	C1—C6	Wy1—Wy9	1,3,4
PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03	K2MST_U01, K2MST_U02, K2MST_U03, K2MST_U15, K2MST_U16, K2MST_U17, K2MST_U18, K2MST_U19 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_mso_U01 K2MST_mso_U02 K2MST_mso_U03	C1—C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	K2MST_K0, K2MST_K02, K2MST_K03, K2MST_K04, K2MST_K05, K2MST_K06 K2MST_K07 K2MST_mso_K01 K2MST_mso_K02	C1, C2, C3, C4, C5, C6	Wy1-Wy14, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: WSTĘP DO ANALIZY DUŻYCH WOLUMENÓW DANYCH
Nazwa w języku angielskim: INTRODUCTION TO BIG DATA ANALYTICS

1. Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna*~~

Rodzaj przedmiotu: ~~obowiązkowy~~/ wybieralny / ~~ogólnouczelniany*~~

Kod przedmiotu MAT001587

Grupa kursów ~~TAK~~ / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student opanował podstawy programowania.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Umiejętność wyszukiwania, wydobywania, przechowywania i komputerowej analizy dużych wolumenów danych. Rozumienie ich znaczenia w dzisiejszym społeczeństwie.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W12 potrafi wykorzystać język programowania z odpowiednimi modułami do analizy dużych wolumenów danych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U12 potrafi przeprowadzić analizę dużych wolumenów danych przy użyciu komputera.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K06 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

PEK_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zagadnień związanych z dużymi wolumenami danych	2
Wy2	Platformy do przetwarzania dużych wolumenów danych	2
Wy3	Ekosystem Hadoop	4
Wy4	Odpytywanie dużych wolumenów danych przy pomocy Hive	4
Wy5	Duże wolumeny danych i algorytmy uczenia maszynowego	4
Wy6	Spark – przetwarzanie dużych wolumenów danych w pamięci	4
Wy7	Duże wolumeny danych i relacje między nimi – algorytmy grafowe	4
Wy8	Wizualizacja dużych wolumenów danych	2
Wyk9	Prezentacje projektów zaliczeniowych	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - Projekt		Liczba godzin
Pr1	Przygotowanie i prezentacja projektów związanych z tematyką wykładu	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

2. Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje
3. Prezentacje cząstkowe i prezentacja końcowa projektów przez studentów
4. Konsultacje
5. Praca własna studenta – praca nad projektem

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W12	zaliczenie wykładu - kolokwia

	PEK_U12	
F2	PEK_U12 PEK_K06 PEK_K02	prezentacje cząstkowe projektu, prezentacja końcowa projektu
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Flach, Peter, Machine Learning, Cambridge University Press, 2012
- [2] Holmes, Alex, Hadoop in practice, Manning Publications, 2013
- [3] Provost, Foster, Facett, Tom, Data Science for Business. What you need to know about data mining and data-analytic thinking, O'Reilly, 2013
- [4] Loshin, David, Big Data Analytics. From Strategic Planning to Enterprise Integration with Tools, Techniques, NoSQL, and Graph, Morgan Kaufmann, 2013

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] <http://hadoop.apache.org/>, <http://spark.apache.org/>, <http://storm.apache.org/>,
<http://kafka.apache.org/>
- [2] deRoos, Dirk, Hadoop for Dummies, For Dummies, 2014

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

--

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 MODELOWANIE AGENTOWE UKŁADÓW ZŁOŻONYCH MAT001587
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W12 (wiedza)	K2MIC_W12	C1	Wy1-Wy9	1, 3
PEK_U12 (umiejętności)	K2MIC_U21 K2MIC_U20 K2MIC_U24 K2MIC_U25	C1	Pr1	2, 3, 4
PEK_K02 PEK_K06 (kompetencje)	K2MIC_K02 K2MIC_K06	C1	Wy1-Wy9, Pr1	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS SUBJECT CARD Name in Polish WSTĘP DO ANALIZY DUŻYCH WOLUMENÓW DANYCH Name in English INTRODUCTION TO BIG DATA ANALYTICS Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS COMPUTATIONAL MATHEMATICS Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time* Kind of subject: obligatory / optional / university-wide* Subject code MAT001587 Group of courses YES / NO*					
--	--	--	--	--	--

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes			4		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3				

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic programming skills.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Searching, extracting, storing and computer-aided analysis of big data. Understanding its impact and relevance in today's society.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W12 knows how to use programming languages and their scientific modules for big data analysis

relating to skills:

PEK_U12 can perform an analysis of big data by making use of a computer

relating to social competences:

PEK_K06 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

PEK_K02 can accurately formulate questions for deeper understanding of a given topic

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to Big Data	2
Lec 2	Big data platforms	2
Lec 3	Hadoop ecosystem	4
Lec 4	Querying big data with Hive	4
Lec 5	Big data and machine learning	4
Lec 6	In-memory big data platform - Spark	4
Lec 7	Linked Big Data	4
Lec 8	Big data visualization	2
Lec 9	Project presentations	4
	Total hours	30

Form of classes - project		Number of hours
Pr1	Practical Preparation and presentations of projects illustrating methods given in the lectures.	30
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method and presentations
- N2. Student partial project presentation and final presentation
- N3. Consultations
- N4. Student’s self work – work related to the project development

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W12 PEK_U12	mid-term exams
F2	PEK_U12 PEK_K06 PEK_K02	Oral presentations
C $P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Flach, Peter, Machine Learning, Cambridge University Press, 2012
- [2] Holmes, Alex, Hadoop in practice, Manning Publications, 2013
- [3] Provost, Foster, Facett, Tom, Data Science for Business. What you need to know about data mining and data-analytic thinking, O'Reilly, 2013
- [4] Loshin, David, Big Data Analytics. From Strategic Planning to Enterprise Integration with Tools, Techniques, NoSQL, and Graph, Morgan Kaufmann, 2013

SECONDARY LITERATURE:

- [5] <http://hadoop.apache.org/>, <http://spark.apache.org/>, <http://storm.apache.org/>,
<http://kafka.apache.org/>
- [6] deRoos, Dirk, Hadoop for Dummies, For Dummies, 2014

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
INTRODUCTION TO BIG DATA ANALYTICS MAT001587
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS AND SPECIALIZATION
COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W12	K2MIC_W12	C1	Lec1-Lec9	1,3
PEK_U12 (skills)	K2MIC_U21 K2MIC_U20 K2MIC_U24 K2MIC_U25	C1	Pr1	2,3,4
PEK_K02 PEK_K06 (competences)	K2MIC_K02 K2MIC_K06	C1	Lec1-Le9, Pr1	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: Teoria optymalizacji
Nazwa w języku angielskim: Optimization Theory
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy): MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION
Stopień studiów i forma: 2 stopień, stacjonarna /niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~*
Kod przedmiotu MAT001588
Grupa kursów TAK / NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2	2			
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Algebra, Analiza matematyczna

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie pojęć i metod programowania matematycznego.
 C2 Poznanie sformułowań zadań programowania liniowego i kwadratowego.
 C3 Poznanie teoretycznych podstaw programowania matematycznego.
 C4 Poznanie algorytmów komputerowych rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.
 C5 Zastosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01. Zna sformułowania zadań programowania matematycznego.
 PEK_W02. Ma podstawową wiedzę o zastosowaniach i znaczeniu zadań programowania matematycznego.
 PEK_W03. Zna ograniczenia metod analitycznych i metody numerycznej analizy zadań optymalizacji.

Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01.	Potrafi sformułować zadanie programowania matematycznego w dogodnej do analizy formie.
PEK_U02.	Potrafi zastosować właściwy algorytm do rozwiązania zadania programowania matematycznego.
PEK_U03.	Umie zastosować metody optymalizacji, i metody analityczne lub numeryczne ich analizy, w celu rozwiązania praktycznych problemów.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01.	Potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.
PEK_K02.	Potrafi wspomagać analizę modeli matematycznych stosownymi narzędziami informatycznymi.
PEK_K03.	Rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Zadania optymalizacji bez ograniczeń. Optima lokalne i globalne. Warunki optymalności.	2
Wy2	Metody gradientowe szukania ekstremum. Metoda najszybszego spadku. Metoda Newtona i jej modyfikacje. Analiza zbieżności.	6
Wy3	Programowanie liniowe. Interpretacja geometryczna. Algorytm sympleks.	4
Wy4	Zagadnienie dualne. Twierdzenia o dualności dla programowania liniowego. Wykorzystanie rozwiązania problemu dualnego do analizy wrażliwości.	2
Wy5	Programowanie całkowitoliczbowe. Relaksacja zagadnienia programowania całkowitoliczbowego. Metoda podziału i ograniczeń.	2
Wy6	Teoria mnożników Lagrange'a. Warunki konieczne i wystarczające istnienia ekstremum przy ograniczeniach w postaci równości. Wykorzystanie mnożników Lagrange'a do analizy wrażliwości.	4
Wy7	Ograniczenia w postaci nierówności. Warunki optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera.	2
Wy8	Programowanie kwadratowe. Algorytm Wolfe'a.	2
Wy9	Elementy analizy wypukłej. Twierdzenie o rzutowaniu na zbiór wypukły. Twierdzenie o hiperpłaszczyźnie podpierającej. Twierdzenie o hiperpłaszczyźnie rozdzielającej.	2
Wy10	Zadania optymalizacji na zbiorze wypukłym. Metoda Franka-Wolfe'a. Metoda rzutowania gradientu.	2
Wy11	Ogólna postać zadania programowania wypukłego. Dualność dla programowania wypukłego. Subgradient. Iteracyjne metody subgradientowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia	Liczba godzin
--------------------------------	----------------------

Ćw1.	Zagadnienia ilustrujące warunki konieczne i wystarczające optymalności.	2
Ćw2.	Zagadnienia ilustrujące własności funkcji wypukłych i zbiorów wypukłych.	2
Ćw3.	Ilustracja metod gradientowych szukania ekstremum.	4
Ćw4.	Ilustracja metody sympleks. Przykłady praktycznych zastosowań programowania liniowego. Problem dualny a analiza wrażliwości.	8
Ćw5.	Zastosowanie mnożników Lagrange'a oraz warunków Karusha-Kuhna-Tuckera do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.	6
Ćw6.	Przykłady zadań programowania kwadratowego.	4
Ćw7.	Zastosowania twierdzeń analizy wypukłej do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych.	2
Ćw8.	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna
2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
3. Konsultacje
4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_K01 PEK_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02 PEK_K03	kolokwium
$P=0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977
- [2] D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [3] I. Nykowski, Programowanie liniowe, PWE Warszawa 1980.
- [4] W. Grabowski, Programowanie matematyczne, PWE Warszawa 1980.
- [5] R.S. Garfinkel, G.L. Nemhauser, Programowanie całkowitoliczbowe, PWN, 1978.
- [6] B. Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: PWN, 1983.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [7] D.P. Bertsekas, A. Nedic, A.E. Ozdaglar, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, Belmont, MA: 2003.
- [8] A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [9] R. Dautray, J. L. Lions, Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology, Springer, Berlin 1988-1993.
- [10] S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Anna Jaśkiewicz (anna.jaskiewicz@pwr.edu.pl)

Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
TEORIA OPTYMALIZACJI MAT001588
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W01 K2MST_W06 K2MST_W10 K2MST_mso_W01	C1—C2	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_W02	K2MST_W02 K2MST_W07 K2MST_W15 K2MST_mso_W02	C5	Wy1—Wy6	1,3,4
PEK_W03	K2MST_W03 K2MST_W08 K2MST_mso_W03	C3—C4	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U01 K2MST_U11 K2MST_mso_U01	C1—C2, C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_U02	K2MST_U19 K2MST_U24 K2MST_mso_U02	C4—C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_U03	K2MST_U25 K2MST_U29 K2MST_mso_U03	C1—C2, C4—C5	Ćw1—Ćw9	2,3,4
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K01 K2MST_K04 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K02 K2MST_K05 K2MST_mso_K02	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K2MST_K03 K2MST_K06 K2MST_K07	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: **Teoria optymalizacji**

Name in English: **Optimization Theory**

Main field of study (if applicable): **Applied Mathematics**

Specialization (if applicable):

Level and form of studies: **1st/ 2nd* level, full-time / part-time***

Kind of subject: **obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide*~~**

Subject code **MAT001588**

Group of courses **YES / NO***

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	180				
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	6				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2	2			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5	1,5			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has basic knowledge of calculus and algebra.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Student is understanding the concepts and methods of mathematical programming.
 C2 He knows and understands the formulation of the linear and quadratic programming.
 C3 He has knowledge of the theoretical background of mathematical programming.
 C4 He knows the computer methods of mathematical programming.
 c5 He is able to apply the acquired knowledge to create and analyze mathematical models to solve theoretical and practical study in various fields of science and technology.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

The scope of the student's knowledge:

PEK_W01: Student knows the formulation of mathematical programming problems.

PEK_W02: He has a basic knowledge about the usage and importance of mathematical programming methods.

PEK_W03: He knows the limitations of analytical methods and the possibility of numerical analysis of optimization problems.

The scope of the student's skills:

PEK_U01. Student is able to formulate mathematical programming problem in a

convenient form for analysis.
PEK_U02. He can use the appropriate algorithm to solve tasks in the mathematical programming.
PEK_U03. He can apply optimization methods, and analytical methods or numerical analysis, in order to solve practical problems.
<i>The scope of the student's social skills:</i>
PEK_K01 The student is able to find and use the recommended literature course and independently acquire knowledge
PEK_K02 The student is able to use the basic tools for the analysis of mathematical models
PEK_K03 The student understands the need for systematic and independent work on mastery of course material.

Course content		
Form of activities - lectures		Hours load
Wy1	Introduction to mathematical programming. Optimization without constraints. Global and local extremes. Optimality conditions.	2
Wy2	Gradient methods. Steepest descent method. Newton's method and its variants. Analysis of convergence.	6
Wy3	Linear programming. Geometric interpretation. Simplex algorithm.	4
Wy4	Dual problem. Duality theory for linear programming. Sensitivity analysis.	2
Wy5	Integer programming. Linear programming relaxation. Branch and bound method.	2
Wy6	The theory of Lagrange multipliers. The necessary and sufficient conditions for extreme for constraints in the equality form. Lagrange multipliers in sensitivity analysis.	4
Wy7	Constraints in the form of inequality. Optimality conditions of Karush-Kuhn-Tucker.	2
Wy8	Quadratic programming. Wolfe's algorithm.	2
Wy9	Elements of convex analysis. Projection theorem. Supporting hyperplane theorem. Separating hyperplane theorem.	2
Wy10	Optimization on a convex set. Frank-Wolfe's method. Gradient projection method.	2
Wy11	Convex programming. Duality for convex programming. Subgradient. Subgradient methods.	2
Total load (in hours)		30

Form of activities: classes, practice		Number of hours
Ćw1.	Necessary and sufficient optimality conditions.	2
Ćw2.	Properties of convex functions and convex sets.	2
Ćw3.	Illustration of gradient methods.	4
Ćw4.	Simplex method. Practical applications of linear programming. Sensitivity	8

	analysis.	
Ćw5.	Applications of Lagrange multiplier theory in practical optimization problems.	6
Ćw6.	Quadratic programming problems.	4
Ćw7.	Applications of convex analysis in solving optimization problems.	2
Ćw8.	Test.	2
	Total hours	30

TOOLS FOR TEACHING

- 1 Lecture - traditional method.
- 2 Exercise and accounting problems - the traditional method.
- 3 Consultation.
- 4 Student's own work - preparing to exercise and test.

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K01, PEK_K02	oral presentations, quizzes, tests
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	exam
P=0,4*F1+0,6*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977
- [2] D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [3] I. Nykowski, Programowanie liniowe, PWE Warszawa 1980.
- [4] W. Grabowski, Programowanie matematyczne, PWE Warszawa 1980.
- [5] R.S. Garfinkel, G.L. Nemhauser, Programowanie całkowitoliczbowe, PWN, 1978.
- [6] B. Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: PWN, 1983.

SECONDARY LITERATURE:

- [7] D.P. Bertsekas, A. Nedic, A.E. Ozdaglar, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, Belmont, MA: 2003.
- [8] A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [9] R. Dautray, J. L. Lions, Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology, Springer, Berlin 1988-1993.
- [10] S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)
--

Dr hab. inż. Anna Jaśkiewicz (anna.jaskiewicz@pwr.edu.pl)

Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
OPTIMIZATION METHODS MAT001588
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS AND SPECIALIZATION MODELLING, SIMULATION,
OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W01 K2MST_W06 K2MST_W10 K2MST_mso_W01	C1—C2	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_W02	K2MST_W02 K2MST_W07 K2MST_W15 K2MST_mso_W02	C5	Wy1—Wy6	1,3,4
PEK_W03	K2MST_W03 K2MST_W08 K2MST_mso_W03	C3—C4	Wy1—Wy11	1,3,4
PEK_U01 (skills)	K2MST_U01 K2MST_U11 K2MST_mso_U01	C1—C2, C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_U02	K2MST_U19 K2MST_U24 K2MST_mso_U02	C4—C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_U03	K2MST_U25 K2MST_U29 K2MST_mso_U03	C1—C2, C4—C5	Ćw1-Ćw9	2,3,4
PEK_K01 (competences, social skills)	K2MST_K01 K2MST_K04 K2MST_mso_K01	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K02 K2MST_K05 K2MST_mso_K02	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4
PEK_K03	K2MST_K03 K2MST_K06 K2MST_K07	C1—C5	Wy1-Wy11, Ćw1-Ćw9	1, 2, 3, 4

** - from table above

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim: MODELOWANIE AGENTOWE UKŁADÓW ZŁOŻONYCH
Nazwa w języku angielskim: AGENT-BASED MODELLING OF COMPLEX SYSTEMS

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): APPLIED MATHEMATICS

Specjalność (jeśli dotyczy): COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Stopień studiów i forma: II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy /-wybieralny /-ogólnouczelniany*

Kod przedmiotu MAT001589

Grupa kursów TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student zna i umie stosować zaawansowane techniki obliczeniowe wspomagające pracę matematyka.
2. Student opanował podstawy programowania.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zastosowanie metod modelowania agentowego do analizy zjawisk w układach złożonych (głównie społecznych i biologicznych)

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

K2MIC_W08 zna zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia

K2MIC_W09 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii

Z zakresu umiejętności:

K2MIC_U23 potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe i proste eksperymenty oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski

Z zakresu kompetencji społecznych:

K2MIC_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania

K2MIC_K06 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do modelowania agentowego	2
Wy2	Wstęp do modelowania agentowego	2
Wy3	Tworzenie prostych modeli agentowych	2
Wy4	Tworzenie prostych modeli agentowych	2
Wy5	Badanie i rozbudowywanie modeli agentowych	2
Wy6	Badanie i rozbudowywanie modeli agentowych	2
Wy7	Badanie i rozbudowywanie modeli agentowych	2
Wy8	Badanie i rozbudowywanie modeli agentowych	2
Wy9	Elementy modelu agentowego	2
Wy10	Elementy modelu agentowego	2
Wy11	Analiza symulacji agentowych	2
Wy12	Analiza symulacji agentowych	2
Wy13	Weryfikacja i walidacja modeli agentowych	2
Wy14	Obliczeniowe podstawy modeli agentowych	2
Wy15	Przegląd ciekawych modeli układów biologicznych i społecznych	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie się z modułami Pythona wspierającymi modelowanie agentowe.	2
La2	Praktyczny wstęp do Netlogo.	2
La3	Tworzenie prostych modeli agentowych (mrówka Langtona, gra w życie, bohaterowie i tchórze)	4
La4	Analiza istniejących modeli agentowych (model pożaru, model segregacji, model El Farol)	8

La5	Model epidemii SI – implementacja i analiza	4
La6	Model epidemii SIR – implementacja i analiza	2
La7	Modele wyborcy i q-wyborcy – implementacja i analiza	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna i prezentacje 2. Laboratorium problemowe – z zastosowaniem komputera 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	K2MIC_W08 K2MIC_W09	egzamin
F2	K2MIC_U23 K2MIC_K02 K2MIC_K06	odpowiedzi ustne (prezentacje wyników z poszczególnych list)
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Uri Wilensky, William Rand, “An Introduction to Agent-Based Modeling”</p> <p>[2] Steven F. Railsback, Volker Grimm, “Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction”</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Robert Siegfried, „Modeling and Simulation of Complex Systems: A Framework for Efficient Agent-Based Modeling and Simulation”</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
 MODELOWANIE AGENTOWE UKŁADÓW ZŁOŻONYCH MAT001589
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
 I SPECJALNOŚCI COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W08 PEK_W09 (wiedza)	K2MST_W08 K2MST_W09 K2MST_W11 K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Wy1-Wy15	1, 3
PEK_U18 (umiejętności)	K2MST_U17 K2MST_U18 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	La1-La7	2, 3, 4
PEK_K02 PEK_K06 (kompetencje)	K2MST_K02 K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Wy1-Wy15, La1-La7	1, 2, 3, 4

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS					
SUBJECT CARD					
Name in Polish MODELOWANIE AGENTOWE UKŁADÓW ZŁOŻONYCH					
Name in English AGENT-BASED MODELLING OF COMPLEX SYSTEMS					
Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS					
Level and form of studies: 1st / 2nd* level, full-time / part-time *					
Kind of subject: obligatory / optional / university-wide *					
Subject code MAT001589					
Group of courses YES / NO*					
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	150				
Form of crediting	Examination				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	5				
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has the standard knowledge of computational methods in mathematics.
2. Student has basic programming skills.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Analysis of complex systems by making use of agent-based modelling methods.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

K2MIC_W08 knows advanced computational methods and understand their limitations

K2MIC_W09 knows basic stochastic modelling methods in financial and actuarial mathematics or in science

relating to skills:

K2MIC_U23 can construct and perform computer simulations and simple experiments, can interpret obtained results and draw conclusions

relating to social competences:

K2MIC_K06 can, without assistance, search for necessary information in the literature, also in foreign languages

K2MIC_K02 can accurately formulate questions for deeper understanding of a given topic

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to agent-based modelling	2
Lec 2	Introduction to agent-based modelling	2
Lec 3	Creating simple agent-based models	2
Lec 4	Creating simple agent-based models	2
Lec 5	Exploring and extending agent-based models	2
Lec 6	Exploring and extending agent-based models	2
Lec 7	Exploring and extending agent-based models	2
Lec 8	Exploring and extending agent-based models	2
Lec 9	Components of agent-based models	2
Lec 10	Components of agent-based models	2
Lec 11	Analyzing agent-based simulations	2
Lec 12	Analyzing agent-based simulations	2
Lec 13	Verification and validation of agent-based models	2
Lec 14	Computational roots of agent-based modelling	2
Lec 15	Models of natural and social complex systems - examples	2
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
La 1	Practical introduction to Python modules for agent-based modelling	2
La 2	Practical introduction to Netlogo	2
La 3	Simple agent-based models (life, ant, heroes and cowards models)	4
La 4	Analysis of existing models (fire, segregation and El Farol models)	8
La 5	SI epidemics model – implementation and analysis	4
La 6	SIR epidemics model – implementation and analysis	2
La 7	Voter and q-voter models – implementation and analysis	8
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method and presentations

N2. Problem and computing laboratory – using computer based methods

N3. Consultations
 N4. Student's self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	K2MIC_W08 K2MIC_W09	exam
F2	K2MIC_U23 K2MIC_K02 K2MIC_K06	Oral presentations
C $P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Uri Wilensky, William Rand, “An Introduction to Agent-Based Modeling”
- [2] Steven F. Railsback, Volker Grimm, “Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction”

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Robert Siegfried, „Modeling and Simulation of Complex Systems: A Framework for Efficient Agent-Based Modeling and Simulation”

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

--

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT AGENT-BASED MODELLING OF COMPLEX
SYSTEMS MAT001589
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY
APPLIED MATHEMATICS
AND COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W08 PEK_W09 (knowledge)	K2MST_W08 K2MST_W09 K2MST_W11 K2MST_cm_W01 K2MST_cm_W02 K2MST_cm_W03	C1	Lec1-Lec15	1,3
PEK_U18 (skills)	K2MST_U17 K2MST_U18 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_cm_U01 K2MST_cm_U02 K2MST_cm_U03	C1	La1-La7	2,3,4
PEK_K02 PEK_K06 (competences)	K2MST_K02 K2MST_K06 K2MST_cm_K01 K2MST_cm_K02	C1	Lec1-Lec15, La1-La7	1,2,3,4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	PRACA DYPLOMOWA
Nazwa w języku angielskim:	Diploma thesis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy):	FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS; MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE; COMPUTATIONAL MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy /wybieralny /ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001590
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					690
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					23
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					23
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student ma zaawansowaną wiedzę i umiejętności z zakresu analizy matematycznej, analizy funkcjonalnej i teorii równań różniczkowych
2. Ma pogłębioną wiedzę i umiejętności z zakresu rachunku prawdopodobieństwa, statystyki matematycznej i teorii procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach matematyki.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele i metody używane w różnych zastosowaniach matematyki

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować podstawowe modele matematyczne, wykorzystywane różnych dziedzinach

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej (także w językach obcych), w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Praca własna studenta – wyszukiwanie informacji, pisanie pracy, analiza danych rzeczywistych
2. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	ocena pracy własnej studenta, ocena pracy dyplomowej
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Aleksander Weron (Aleksander.Weron@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)
Dr hab. Jan Gonczewicz (Jan.Gonczewicz@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Krzysztof Szajowski (Krzysztof.Szajowski@pwr.edu.pl)
Dr hab. Agnieszka Jurlewicz, prof. nadzw. PWr. (Agnieszka.Jurlewicz@pwr.edu.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz, prof. nadzw. PWr. (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)
Dr hab. Agnieszka Wyłomańska, prof. nadzw. PWr.
(Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)
Dr Monika Muszkieta (Monika.Muszkieta@pwr.edu.pl)
Dr hab. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. PWr. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)
Dr Joanna Janczura (Joanna.Janczura@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
PRACA DYPLOMOWA MAT001590
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI: FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS;
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE; COMPUTATIONAL
MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03 K2MST_W04 K2MST_W05 K2MST_W09	C1	Nie dotyczy	1, 2
PEK_W02	K2MST_W12 K2MST_W14 K2MST_W20 K2MST_W21	C1	Nie dotyczy	1, 2
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U02 K2MST_U03 K2MST_U04 K2MST_U05 K2MST_U07 K2MST_U10 K2MST_U12 K2MST_U13 K2MST_U14 K2MST_U15 K2MST_U21 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U26 K2MST_U28 K2MST_U30	C1	Nie dotyczy	1, 2
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06	C1	Nie dotyczy	1, 2

** - z tabeli powyżej

FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD

Name in Polish: Praca dyplomowa

Name in English: Diploma thesis

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS;
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE;
COMPUTATIONAL MATHEMATICS;
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*

Kind of subject: obligatory / ~~optional~~ / ~~university-wide~~*

Subject code MAT001590

Group of courses YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					690
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					23
including number of ECTS points for practical (P) classes					23
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					1

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has the advanced knowledge and skills in the field of mathematical analysis, functional analysis and the theory of differential equations
2. He has deeper knowledge and skills in the field of probability theory, mathematical statistics and the theory of stochastic processes.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Getting to know new developments and methods used in various applications of mathematics.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows the basic models and methods used in various applications of mathematics

PEK_W02 knows the basics of stochastic modeling

relating to skills:

PEK_U01 able to construct basic mathematical models used in various fields

relating to social competences:

PEK_K01 can benefit from the scientific literature (including in foreign languages), including reaching the source materials and make them review

TEACHING TOOLS USED

N1. Student's own work - searching for information, writing thesis analysis of real data

N2. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	evaluation of the student's self work, the assessment of the thesis
P=F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Aleksander Weron (Aleksander.Weron@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)
Dr hab. Jan Goncerzewicz (Jan.Goncerzewicz@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Krzysztof Szajowski (Krzysztof.Szajowski@pwr.edu.pl)
Dr hab. Agnieszka Jurlewicz, prof. nadzw. PWr. (Agnieszka.Jurlewicz@pwr.edu.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz, prof. nadzw. PWr. (Marcin.Magdziarz@pwr.edu.pl)
Dr hab. Agnieszka Wyłomańska, prof. nadzw. PWr. (Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl)
Dr Monika Muszkieta (Monika.Muszkieta@pwr.edu.pl)
Dr hab. Krzysztof Burnecki, prof. nadzw. PWr. (Krzysztof.Burnecki@pwr.edu.pl)
Dr Joanna Janczura (Joanna.Janczura@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
DIPLOMA THESIS MAT001590
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
MATHEMATICS
AND SPECIALIZATION FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS;
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE; COMPUTATIONAL
MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03 K2MST_W04 K2MST_W05 K2MST_W09	C1	Not applicable	1, 2
PEK_W02	K2MST_W12 K2MST_W14 K2MST_W20 K2MST_W21	C1	Not applicable	1, 2
PEK_U01 (skills)	K2MST_U02 K2MST_U03 K2MST_U04 K2MST_U05 K2MST_U07 K2MST_U10 K2MST_U12 K2MST_U13 K2MST_U14 K2MST_U15 K2MST_U21 K2MST_U24 K2MST_U25 K2MST_U26 K2MST_U28 K2MST_U30	C1	Not applicable	1, 2
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06	C1	Not applicable	1, 2

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MATEMATYKI	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim:	SEMINARIUM DYPLOMOWE
Nazwa w języku angielskim:	Diploma Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	APPLIED MATHEMATICS
Specjalność (jeśli dotyczy):	FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS; MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE; COMPUTATIONAL MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION
Stopień studiów i forma:	II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	MAT001591
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					1

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Student ma zaawansowaną wiedzę i umiejętności z zakresu analizy matematycznej, analizy funkcjonalnej i teorii równań różniczkowych
2. Ma pogłębioną wiedzę i umiejętności z zakresu rachunku prawdopodobieństwa, statystyki matematycznej i teorii procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach matematyki.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK_W01 zna podstawowe modele i metody używane w różnych zastosowaniach matematyki

PEK_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi konstruować podstawowe modele matematyczne, wykorzystywane różnych dziedzinach

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej (także w językach obcych), w tym docierać do materiałów źródłowych i dokonywać ich przeglądu

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Prezentacje wyników przygotowywanych rozpraw magisterskich uczestników seminarium	30
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Seminarium problemowe, prezentacja, wykład problemowy, wykład informacyjny
2. Praca własna studenta – przygotowanie do seminarium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	ocena prezentacji, wykładu informacyjnego bądź problemowego przygotowanego przez studenta
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. Aleksander Weron (Aleksander.Weron@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Wojciech Okrasiński (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
SEMINARIUM DYPLOMOWE MAT001591
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU APPLIED MATHEMATICS
I SPECJALNOŚCI: FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS;
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE; COMPUTATIONAL
MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K2MST_W03	C1	Se1	1, 2
PEK_W02	K2MST_W09	C1	Se1	1, 2
PEK_U01 (umiejętności)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25	C1	Se1	1, 2
PEK_K01 (kompetencje)	K2MST_K06	C1	Se1	1, 2

** - z tabeli powyżej

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish: SEMINARIUM DYPLOMOWE

Name in English: Diploma Seminar

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

**Specialization (if applicable): FINANCIAL AND ACTUARIAL MATHEMATICS;
MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE;
COMPUTATIONAL MATHEMATICS;
MODELLING, SIMULATION, OPTIMIZATION**

Level and form of studies: 1st/ 2nd* level, full-time / part-time*

Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*

Subject code MAT001591

Group of courses YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					1

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has an advanced knowledge and skills in the field of calculus, functional analysis and the theory of differential equations.
2. She has got a thorough knowledge and skills in the field of probability, mathematical statistics and the theory of stochastic processes.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Learning about achievements and new methods used in various applications of mathematics.

*delete as inapplicable

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

Relating to knowledge:

PEK_W01 knows fundamental models and methods used in various applications of mathematics

PEK_W02 knows the fundamentals of stochastic modeling

Relating to skills:

PEK_U01 can build basic mathematical models, used in various disciplines

Relating to social competences:

PEK_K01 can use the scientific literature (also in foreign languages), including finding source information and browse through articles

Form of classes - seminar		Number of hours
Se1	Master thesis results presentations.	30
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Problem Seminar, presentation, problem lecture, informative lecture 2. Student's self-work – preparation for the seminar 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Semina 4. Praca

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	Evaluation of the presentation, informative or problem lecture prepared by the student
P=F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. Aleksander Weron (Aleksander.Weron@pwr.edu.pl)
Prof. dr hab. Wojciech Okrański (Wojciech.Okrasinski@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT
 DIPLOMA SEMINAR 3 MAT001591
 AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY APPLIED
 MATHEMATICS AND SPECIALIZATION: FINANCIAL AND ACTUARIAL
 MATHEMATICS; MATHEMATICS FOR INDUSTRY AND COMMERCE;
 COMPUTATIONAL MATHEMATICS; MODELLING, SIMULATION,
 OPTIMIZATION**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives**	Programme content**	Teaching tool number**
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W03	C1	Se1	1, 2
PEK_W02	K2MST_W09	C1	Se1	1, 2
PEK_U01 (skills)	K2MST_U15 K2MST_U24 K2MST_U25	C1	Se1	1, 2
PEK_K01 (competences)	K2MST_K06	C1	Se1	1, 2

** - from the table above

FACULTY OF MATHEMATICS

SUBJECT CARD**Name in Polish:** Wprowadzenie do teorii oszczędnego próbkowania**Name in English:** Introduction to compressed sensing**Main field of study (if applicable):** Applied Mathematics**Specialization (if applicable):** Data Engineering**Level and form of studies:** ~~1st~~/ 2nd* level, full-time / ~~part-time~~***Kind of subject:** ~~obligatory~~/ optional / ~~university-wide~~***Subject code** MAT001682**Group of courses** YES / ~~NO~~*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows basic facts of linear algebra and optimization.
2. Knows MATLAB package for numerical computing.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Study of theory and basic concepts of compressed sensing.
 C2 Study of numerical algorithms for signal recovery used in compressed sensing.
 C3 Study of fundamental applications of compressed sensing.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 knows fundamental theoretical results in compressed sensing

PEK_W02 knows basic algorithms for sparse recovery

PEK_W03 knows classical applications of compressed sensing

relating to skills:

PEK_U01 understand the main idea of compressed sensing

PEK_U02 be able to apply numerical methods for sparse recovery

PEK_U03 be able to demonstrate examples of compressed sensing applications

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature

PEK_K02 understands the need for systematic work on course material

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to compressed sensing. History, motivations and overview of applications.	2
Lec 2	Review of vector spaces.	2
Lec 3	Sparse solutions of undetermined systems.	4
Lec 4	Null space property.	2
Lec 5	Restricted isometry property.	4
Lec 6	Signal recovery by l_1 minimization.	8
Lec 7	Signal recovery algorithms.	4
Lec 8	Examples of applications for one- and two-dimensional data	4
Total hours		30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Solving selected problems illustrating theory given in the lectures analytically or using MATLAB package for numerical computing	30
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture – traditional method supported by multimedia presentation

N2. Computer laboratory – solving problems analytically, working on a computer using MATLAB package for numerical computations

N3. Consultations

N4. Student's self work – preparation for the laboratory

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	activity on the laboratory, oral presentation of results
F2	PEK_W01, PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02	test
$P = 0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Ch. Hegde, R. Baraniuk, M. A. Davenport, M. F. Duarte , “An Introduction to Compressive Sensing”, 2011.
- [2] H. Boche, R. Calderbank, G. Kutyniok, J. Vybíral, “Compressed Sensing and its Applications”, Birkhaeuser, 2013.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] J. A. Tropp, S. J. Wright, “Computational Methods for Sparse Solution of Linear Inverse Problems”, Proc. IEEE, Vol. 98 No. 5, 2010.
- [2] O. Scherzer (Editor) „Handbook of Mathematical Methods in Imaging”, Springer-Verlag, 2010.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr Monika Muszkietą (monika.muszkietą@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
INTRODUCTION TO COMPRESSED SENSING MAPXXXX
AND EDUCATIONAL EFFECTS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03, K2MST_mso_W01, K2MST_mso_W02, K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 1-6,	1
PEK_W02	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03, K2MST_mso_W01, K2MST_mso_W02, K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 7, Lab 1	1, 2, 3
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03, K2MST_mso_W01, K2MST_mso_W02, K2MST_mso_W03	C1, C2, C3	Lec 8, Lab 1	1, 2, 3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03, K2MST_mso_U01, K2MST_mso_U02, K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 1-6	1
PEK_U02	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03, K2MST_mso_U01, K2MST_mso_U02, K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 7, Lab 1	1, 2, 3
PEK_U03	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03, K2MST_mso_U01, K2MST_mso_U02, K2MST_mso_U03	C1, C2, C3	Lec 1, Lec 8	1, 2, 3
PEK_K01 (competences)	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02, K2MST_mso_K01, K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 8, Lab 1	1, 2, 3, 4
PEK_K02	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02, K2MST_mso_K01, K2MST_mso_K02	C1, C2, C3	Lec 1- Lec 8, Lab 1	1, 2, 3, 4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

**FACULTY OF PURE AND APPLIED MATHEMATICS
SUBJECT CARD**

Name in Polish POZYSKIWANIE WIEDZY

Name in English DATA MINING

Main field of study (if applicable): APPLIED MATHEMATICS

Specialization (if applicable): Data Engineering

Level and form of studies: 2nd level, full-time

Kind of subject: obligatory / optional / university-wide*

Subject code INT001337

Group of courses YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Introduction to probability theory
2. Introduction to mathematical statistics
3. Introduction to programming

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Knowledge of basic data mining tasks

C2 Knowledge of classical and modern approaches used for classification, dimension reduction and cluster analysis

C3 Knowledge of procedures used to evaluate the performance of classification or cluster analysis algorithms

C4 Use of acquired knowledge in solving practical problems from different areas of science, technology and economics

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 has knowledge related to different data mining tasks

PEK_W02 knows basic methods/algorithms used for classification, dimension reduction, cluster analysis, association rules discovery, and knows properties of these methods

PEK_W03 knows procedures used in evaluating quality of classification or clustering results

relating to skills:

PEK_U01 can choose appropriate methods to solve a given data exploration task

PEK_U02 knows how to use both supervised and unsupervised learning algorithms

PEK_U03 knows how to evaluate the performance of data mining procedures

relating to social competences:

PEK_K01 can, without assistance, search for necessary information in the literature and acquire knowledge independently

PEK_K02 understands the need for systematic and independent work on mastery of course material

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to the basic concepts of data mining. The types of data exploration tasks.	2
Lec 2	Data preparation for data mining analysis: handling missing values, identification of outliers and necessary transformations.	4
Lec 3	Dimension reduction methods: Principal Components Analysis (PCA), Multidimensional Scaling (MDS).	4
Lec 4	Methods used for data classification: k-nearest neighbors (K-NN), classification tree, naive Bayes classifier, discriminant analysis, logistic regression.	6
Lec 5	Cluster analysis. Partitioning and hierarchical methods (k-means, PAM, AGNES, DIANA).	4
Lec 6	Evaluation of the quality of classification and clustering results.	2
Lec 7	Support Vector Machines (SVM).	2
Lec 8	Ensemble methods in classification: bagging, boosting, random forest.	2
Lec 9	Introduction to the association rules mining.	2
Lec 10	Final test.	2
	Total hours	30

Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction to R statistical environment.	2
Lab 2	Data structures and elements of programming in R.	2
Lab 3	Exploratory analysis of multivariate data.	2
Lab 4	Data preparation (handling missing values, identification of outliers and necessary data transformations).	2
Lab 5	Dimension reduction methods (PCA, MDS).	3

Lab 6	K-nearest neighbors (K-nn) algorithm and classification trees.	2
Lab 7	Discriminant analysis and logistic regression.	3
Lab 8	Cluster analysis – partitioning algorithms (k-means, PAM).	2
Lab 9	Cluster analysis – hierarchical algorithms (AGNES, DIANA, MONA).	2
Lab 10	Evaluation of classification and cluster analysis results.	3
Lab 11	Support Vector Machines (SVM).	2
Lab 12	Classifier ensembles: bagging, boosting, random forest	3
Lab 13	Association rules discovery.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture – traditional method
N2. Computer lab classes
N3. Consultations
N4. Student’s self work – preparation for the classes

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02,	Oral presentations, written reports, individual projects.
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K01, PEK_K02,	Test
P = 60%F1 + 40%F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] P.-N. Tan, M. Steinbach, V. Kumar, Introduction to Data Mining, Addison-Wesley, 2006.
- [2] G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning with Applications in R, Springer, 2017.
- [3] T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer, 2017.
- [4] D.T. Larose, Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining, Wiley, 2005.
- [5] D.T. Larose, Data Mining Methods and Models, Wiley, 2006.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Ch. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Springer, 2006.
- [2] W.N. Venables, B.D. Ripley, Modern Applied Statistics With S, Springer, 2001.
- [3] R.A. Johnson, D.W. Wichern, Applied multivariate statistical analysis, Pearson Prentice Hall, 2002.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr inż. Adam Zagdański (Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl)

**MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECT AND
EDUCATIONAL EFFECTS**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable) **	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01 (knowledge)	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03	C1	Lec1	N1, N3
PEK_W02	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03	C2, C4	Lec2-Lec5, Lec7-Lec9	N1, N3
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03	C3	Lec6	N1, N3
PEK_U01 (skills)	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03	C1-C4	Lab3-Lab13	N2, N3, N4
PEK_U02	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03	C2-C4	Lab1-Lab13	N2, N3, N4
PEK_U03	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03	C3, C4	Lab5-Lab10	N2, N3, N4
PEK_K01 (competences)	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02	C1- C4	Lec1-Lec10 Lab1-Lab13	N1, N2, N3, N4
PEK_K02	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02	C1- C4	Lec1-Lec10 Lab1-Lab13	N1, N2, N3, N4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

FACULTY ...W8... / DEPARTMENT <i>Department of Computational Intelligence</i>					
SUBJECT CARD					
Name in Polish: :	<i>Maszynowe uczenie</i>				
Name in English:	<i>Machine learning</i>				
Main field of study (if applicable):	APPLIED MATHEMATICS				
Specialization (if applicable):	Data Engineering				
Level and form of studies:	<i>2nd level, full-time</i>				
Kind of subject:	<i>optional</i>				
Subject code INT001338					
Group of courses	<i>YES</i>				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course	X				
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	2		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Programming skills
2. Know the basics of logic

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Familiarize students with different approaches and tasks of inductive learning
- C2 Familiarize students with supervised and unsupervised learning
- C3 Ability to choose the method for a given task
- C4 Understanding the role of data quality in machine learning

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 Student knows the methods of supervised learning

PEK_W02 Student knows unsupervised learning methods

PEK_W03 Student knows the role of data and how to prepare them for a given task of inductive learning

...

relating to skills:

PEK_U01 Student knows how to select a method for a given task

PEK_U02 Student is able to prepare data for inductive learning task

PEK_U03 Student is able to properly analyze the results of inductive learning

...

relating to social competencies:

PEK_K01 Student is able to analyze the results of induction learning together with others

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to the course. Basic concepts, types of machine learning, examples	2
Lec 2	Learning, Generalization, VC dimension	2
Lec 3	Supervised learning - Classification, Regression. Classification measures Learning using the Version Space	2
Lec 4	Classification - induction of a set of rules (ILA, AQ, and / or other algorithms)	2
Lec 5	Decision tree generation methods, inference in decision trees	2
Lec 6	Dimensional reduction methods	2
Lec 7	Neural networks	2
Lec 8	Overfitting, Regularization, Validation	2
Lec 9	SVM and kernel	2
Lec 10	Ensemble of Classifiers, Bagging and boosting	2
Lec 11	Multi-class classification and multi-label classification, example: image annotation	2
Lec 12	Unsupervised Learning - Clustering. Clustering Ensembles	2
Lec 13	Data mining process - an idea, tasks. Frequent Patterns. Exemplary methods, e.g.: A-Priori algorithm	2
Lec 14	Evolutionary computation in data mining tasks	2
Lec 15	Test	2
	Total hours	30

Form of classes - laboratory**Number of hours**

Lab 1	Introductory classes, description of tasks, conditions of credit.	2
Lab 2	Get acquainted with selected environments: Weka, R, Python	2
Lab 3	Exercise 1: A comparison of selected classifiers	2
Lab 4	Continuation of Exercise 1	2
Lab 5	Presentation of Exercise 1 for evaluation	2
Lab 6	Exercise 2: Impact of attributes selection on classification quality - filter and wrapper approaches	2
Lab 7	Continuation of Exercise 2	2
Lab 8	Presentation of Exercise 2 for evaluation	2
Lab 9	Exercise 3: Ensemble of Classifiers - Selected Decision Making Techniques	2
Lab10	Continuation of Exercise 3	2
Lab11	Presentation of Exercise 3 for evaluation	2
Lab 12	Exercise 4: Generation of association rules, analysis of the method properties	2
Lab 13	Continuation of Exercise 4	2
Lab 14	Presentation of Exercise 4 for evaluation	2
Lab 15	Summarization of lectures	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Knowledge presentations using the projector
N2. Audiovisual media in the demos versions presentation
N3. Searching and study of scientific literature in the WRUT Library

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W03,	test
F2	PEK_U01 – PEK_U03, PEK_K02	Rating for lab exercises
F3	PEK_W02, PEK_W03	test
F4	PEK_U04, PEK_K01	participation in the discussion of the exercises results
P1	PEK_W01-W03	test grade
P2	PEK_U01 – PEK_U03, PEK_K02	Final score of laboratory based on the sum of points scored for each exercise

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] “Introduction to Machine Learning”. Second Edition. Ethem Alpaydm. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2010.</p> <p>[2] „Systemy uczące się”. Cichosz Paweł. WNT, 2009.</p> <p>[3] „Mining of Massive Datasets”. Jure Leskovec, Stanford Univ.; Anand Rajaraman, Millway Labs; Jeffrey D. Ullman, Stanford Univ. Copyright c 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 Anand Rajaraman, Jure Leskovec, and Jeffrey D. Ullman</p>
<p><u>SECONDARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] “Automating the Design of Data Mining Algorithms. An Evolutionary Computation Approach”, Natural Computing Series. Gisele L. Pappa and Alex A. Freitas. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.</p> <p>[2] “Machine Learning”, Tom Mitchell, McGraw Hill, 1997.</p> <p>[3] “A Course in Machine Learning”, Hal Daumé III, Copyright © 2012 Hal Daumé III</p>
<p>SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)</p> <p>Halina Kwaśnicka, halina.kwasnicka@pwr.edu.pl</p>

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
Machine learning
AND EDUCATIONAL EFFECTS

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W01	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03			N1 – N2
PEK_W02	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03			N1 – N2
PEK_W03	K2MST_W12, K2MST_dat_W01, K2MST_dat_W02, K2MST_dat_W03			N1 – N2
PEK_U01	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03			N4
PEK_U02	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03			N4

PEK_U03	K2MST_U21, K2MST_U20, K2MST_U24, K2MST_U25, K2MST_dat_U01, K2MST_dat_U02, K2MST_dat_U03			N4
PEK_K01	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02			N4
PEK_K02	K2MST_K02, K2MST_K06, K2MST_dat_K01, K2MST_dat_K02			N1 – N4

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above