

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: **MATEMATYKI**

KIERUNEK STUDIÓW: **MATEMATYKA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **matematyka**

POZIOM KSZTAŁCENIA: **studia drugiego stopnia (magisterskie)**

FORMA STUDIÓW: **stacjonarna**

PROFIL: **ogólnoakademicki**

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: **polski**

OBOWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: **2023/2024**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: Matematyki

Kierunek studiów: Matematyka (MAT)

Poziom studiów: drugiego stopnia

Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: **dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych**

Dyscyplina: **matematyka**

Objaśnienie oznaczeń:

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia studiów - 7 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K2MAT_W01, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K2MAT_U01, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K2MAT_K01, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Matematyka (MAT). Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2MAT_W01	Zna zaawansowane działy Analizy Matematycznej	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W02	Zna zaawansowane działy Probabilistyki	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W03	Zna zaawansowane działy Statystyki Matematycznej	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W04	Ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W05	Ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki stosowanej	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W06	Zna metody modelowania zjawisk fizycznych za pomocą narzędzi matematycznych	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W07	Zna co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W08	Zna co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący statystycznej obróbki danych	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W09	Zna najnowszy stan wiedzy i aktualne problemy badawcze w wybranej dziedzinie matematyki	P7U_W	P7S_WG	
K2MAT_W10	Zna i rozumie warsztat zawodowy matematyka	P7U_W	P7S_WK	
K2MAT_W11	Zna i rozumie zasady uczciwości zawodowej matematyka	P7U_W	P7S_WK	
K2MAT_W12	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P7U_W	P7S_WK	
K2MAT_W13	Zna zasady współpracy matematyka z przedstawicielami innych działów nauki oraz szeroko pojętego przemysłu	P7U_W	P7S_WK	
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K2MAT_U01	Umie przeprowadzać rozumowania matematyczne o średnim poziomie trudności	P7U_U	P7S_UW	
K2MAT_U02	Umie interpretować wyniki danych pomiarowych	P7U_U	P7S_UW	
K2MAT_U03	Umie korzystać z klasycznej literatury przedmiotu	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	
K2MAT_U04	Umie korzystać z aktualnej fachowej literatury	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	

K2MAT_U05	Potrafi korzystać z aktualnych wyników badań	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	
K2MAT_U06	Potrafi zredagować tekst matematyczny o różnym charakterze	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK	
K2MAT_U07	Potrafi popularyzować matematykę	P7U_U	P7S_UK	
K2MAT_U08	Wykazuje się samodzielnością w prowadzeniu i planowaniu badań oraz poszukiwaniu literatury; potrafi kierować pracą zespołu	P7U_U	P7S_UK, P7S_UO	
K2MAT_U09	Potrafi zredagować raport naukowy w języku angielskim	P7U_U	P7S_UK	
K2MAT_U10	Potrafi opracować i wygłosić prezentację w języku polskim i angielskim	P7U_U	P7S_UK	
K2MAT_U11	Włada językiem angielskim na poziomie B2+	P7U_U	P7S_UK	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2MAT_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy	P7U_K	P7S_KK	
K2MAT_K02	Potrafi pracować zespołowo	P7U_K	P7S_KO	
K2MAT_K03	Potrafi zaplanować i zrealizować długofalowe przedsięwzięcie naukowo-badawcze	P7U_K	P7S_KR	
K2MAT_K04	Rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w pracy zawodowej	P7U_K	P7S_KR	
K2MAT_K05	Rozumie potrzebę ustawicznego podnoszenia własnych kwalifikacji zawodowych	P7U_K	P7S_KK P7S_KR	
K2MAT_K06	Ma świadomość konsekwencji mylnej bądź niestarannej interpretacji danych pomiarowych	P7U_K	P7S_KK	
K2MAT_K07	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny	P7U_K	P7S_KO	
K2MAT_K08	Rozumie potrzebę poznawania innych dziedzin nauki, także w zakresie przedmiotów humanistycznych i społecznych	P7U_K	P7S_KK	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów: MATEMATYKA	Profil: ogólnouczelniany
Poziom studiów: studia drugiego stopnia (magisterskie)	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 4</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 120</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1185</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</i> Spełnienie dodatkowych warunków przyjęć (ukończenie studiów I stopnia z wymaganym tytułem zawodowym na dopuszczalnym kierunku studiów), o których mowa w dokumencie "Warunki i tryb rekrutacji na studia wyższe w Politechnice Wrocławskiej" na dany rok akademicki.
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i> Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku Matematyka absolwent otrzymuje tytuł zawodowy magistra , potwierdzony dyplomem ukończenia studiów wyższych drugiego stopnia wydanym przez Politechnikę Wrocławską.	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</i> Absolwent będzie posiadać pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki i jej zastosowań. Absolwent będzie posiadać umiejętności: 1. prowadzenia rozumowań matematycznych oraz testowania prawdziwości hipotez matematycznych 2. budowania modeli matematycznych niezbędnych w zastosowaniach matematyki 3. posługiwania się zaawansowanymi narzędziami informatycznymi przy rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów matematycznych;

	4. samodzielnego poszerzania wiedzy matematycznej o aktualne wyniki badań. Absolwent będzie przygotowany do: 1. samodzielnej pracy w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne do modelowania różnych zjawisk oraz przetwarzania i analizy danych 2. kontynuacji edukacji na studiach III stopnia (doktoranckich). Możliwości zatrudnienia po specjalności Matematyka Finansowa i Ubezpieczeniowa: 1. Analityk ds. modelowania i analizy ryzyka w firmach sektora finansowo –ubezpieczeniowego 2. Specjalista ds. analizy ryzyka w firmach przemysłowych, handlowych stosujących metody zabezpieczające ryzyko różnego rodzaju 3. Analityk w firmach konsultingowych i ubezpieczeniowych stosujących metody matematyki aktuarialnej. Możliwości zatrudnienia po specjalności Matematyka Teoretyczna: 1. Pracownik naukowo-dydaktyczny w uczelniach wyższych 2. Analityk w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne w modelowaniu i analizie zjawisk fizycznych, przyrodniczych, demograficznych i ekonomicznych. Możliwości zatrudnienia po specjalności Statystyka i Analiza Danych: 1. Specjalista statystyk, konsultant ds. statystycznej analizy danych, asystent w jednostkach prowadzących badania naukowe w zakresie statystycznej analizy danych technicznych, medycznych, demograficznych i innych 2. Specjalista ds. statystycznej kontroli jakości, ds. niezawodności systemów, ds. planowania doświadczeń w biologii, rolnictwie, geologii, ochronie środowiska 3. Specjalista ds. statystycznej prognozy produkcji (np. duże zakłady produkcyjne, firmy farmaceutyczne), ds. statystycznej prognozy opcji finansowych.
--	---

<i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów:</i> Szkoła doktorska, studia podyplomowe	<i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i> Program studiów jest zgodny ze strategią Uczelni, w szczególności w kontekście kształcenia poszukiwanych na rynku pracy specjalistów posiadających z jednej strony szeroką wiedzę z zakresu podstaw matematyki, którzy równocześnie posiadają szereg praktycznych umiejętności inżynierskich związanych z programowaniem, modelowaniem i analizą. Kształcenie na kierunku Matematyka wpisuje się w koncepcję kształcenia nowoczesnych inżynierów.
--	--

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:

$$W \text{ (wiedza)} = 13, U \text{ (umiejętności)} = 11, K \text{ (kompetencje)} = 8, W + U + K = 32$$

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

NIE DOTYCZY (kierunek przypisany jest tylko do jednej dyscypliny)

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

NIE DOTYCZY (kierunek przypisany jest tylko do jednej dyscypliny)

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - DN *(musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)*

117 punktów ECTS (97,50% całkowitej liczby punktów)

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne *(musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)*

NIE DOTYCZY

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Współczesny rynek pracy poszukuje dobrze przygotowanych specjalistów, którzy precyzyjnymi matematycznymi metodami przeprowadzić mogą analizę zjawisk fizycznych, przyrodniczych, społecznych, demograficznych oraz ekonomicznych. Absolwenci specjalności Matematyka Finansowa i Ubezpieczeniowa będą przygotowani do modelowania i analizy ryzyka oraz do stosowania narzędzi matematyki aktuarialnej. Absolwenci specjalności Matematyka Teoretyczna będą przygotowani do pracy naukowo-dydaktycznej oraz do stosowania metod matematycznych do modelowania i analizy zjawisk fizycznych, przyrodniczych, demograficznych i ekonomicznych. Absolwenci specjalności Statystyka i Analiza Danych będą przygotowani do statystycznej kontroli jakości, analizy niezawodności systemów, statystycznej analizy danych, planowania doświadczeń w biologii, rolnictwie, geologii, ochronie środowiska, statystycznej prognozy produkcji, statystycznej prognozy opcji finansowych, statystycznej analizy ryzyka oraz analizy danych ankietowych.

2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU¹, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)

67 punktów ECTS (55,83% całkowitej liczby punktów)

2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	2
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	2

2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	23
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	48
Łączna liczba punktów ECTS	71 (47,14%)

2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O)

8 punktów ECTS

2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS)

81 punktów ECTS (67,50%)

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Kierunkowe efekty uczenia się student uzyskuje poprzez realizację poszczególnych przedmiotów przypisanych do tychże efektów w poniższych tabelach. Studenci realizują przedmioty według kolejności opisanej w Planie studiów. W załączonych kartach przedmiotów zamieszczono przedmiotowe efekty uczenia się, które stanowią merytoryczne uszczegółowienie przypisanych efektów kierunkowych. Efekty przedmiotowe uzyskiwane są przez studenta poprzez uczestnictwo w zajęciach zorganizowanych obejmujących wykłady, ćwiczenia, laboratoria, seminaria, jak również poprzez realizację projektów i pracę samodzielną w domu. W trakcie realizacji przedmiotu studenci mają możliwość zapoznania się z treściami programowymi opisanymi szczegółowo w kartach przedmiotów, które to treści odnoszą się do przedmiotowych efektów uczenia się, a tym samym ich opanowanie pozwala osiągnąć efekty kierunkowe. W kartach przedmiotów wskazano także prerekwizyty, które są wymagane w kontekście przystąpienia studenta do realizacji danego przedmiotu. Weryfikacja uzyskania efektów uczenia się odbywa się przede wszystkim w ramach realizowanych przedmiotów poprzez kolokwia, egzaminy, kartkówki, odpowiedzi ustne oraz ocenę pracy studenta na zajęciach. W drugiej kolejności weryfikacja odbywa się poprzez kontrolę osiągnięć studenta w kolejnych semestrach studiów, do której to kontroli wykorzystywane są zdobyte punkty ECTS i wskazane w niniejszym programie dopuszczalne ich deficyty. Trzecim poziomem weryfikacji osiągnięcia kierunkowych efektów uczenia się jest egzamin dyplomowy przeprowadzany w ramach obrony pracy dyplomowej.

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.1 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.1.1 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		Z Z U	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Podstawy Mechaniki Kwantowej	2	0	0	0	0	K2MAT_K06, K2MAT_U02, K2MAT_W06	30	60	2	2	1	T	Z	-	DN		PD
		Razem	2	0	0	0	0		30	60	2	2	1					0	

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
2	0	0	0	0	30	60	2	2	1

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.2 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łąc zn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza Rzeczywista i Zespolona (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U06, K2MAT_U07, K2MAT_W01, K2MAT_W04, K2MAT_W05 K2MAT_W06	60	180	6	6	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
2		Procesy Stochastyczne (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	60	180	6	6	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Statystyka Matematyczna (GK)	2	2	1	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K03, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U05, K2MAT_U08, K2MAT_W03, K2MAT_W09, K2MAT_W10, K2MAT_W13	75	210	7	7	3	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
4		Równania Różniczkowe Częstkowe i Ich Zastosowania (GK)	3	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K05, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	75	180	6	6	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
5		Seminarium 1	0	0	0	0	2	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	30	150	5	5	2	T	Z	-	DN	P(5)	K
6		Analiza Funkcjonalna i Topologia (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K03, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U01,	60	150	5	5	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów częściowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U05, K2MAT_U06, K2MAT_U07, K2MAT_U08, K2MAT_U09, K2MAT_U10, K2MAT_U11, K2MAT_W01, K2MAT_W04 K2MAT_W09											
7		Seminarium 2	0	0	0	0	2	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	30	60	2	2	2	T	Z	-	DN	P(2)	K
		Razem							390	960	37	37	19					23	

Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	Ć	l	p	s					
11	10	1		4	390	960	37	37	19

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt ECTS)*:

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Nauki Humanistyczne	1	0	0	0	0	K2MAT_K08	15	60	2	2	1	T	Z	O	DN		KO
2		Nauki Społeczne	2	0	0	0	0	K2MAT_K08	30	90	3	3	2	T	Z	O	DN		KO
Razem			3	0	0	0	0		45	150	5	5	3					0	

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.1.2 Blok *Języki obce (min. 2 pkt ECTS)*:

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Język obcy I	0	1	0	0	0		15	30	1		0,5	T	Z	O	-	P(1)	KO
2		Język obcy II	0	3	0	0	0		45	60	2		1,5	T	Z	O	-	P(2)	KO
Razem			0	4	0	0	0		60	90	3	0	2					3	

Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
3	4	0	0	0	105	240	8	5	5

4.2.2 Lista bloków kierunkowych i specjalnościowych

4.2.2.1 Blok MATII: kursy do wyboru dla specjalności Matematyka Finansowa i Ubezpieczeniowa (pozycje 1-8 poniżej), Matematyka Teoretyczna (pozycje 9-22), Statystyka i Analiza Danych (pozycje 23-40) (*min. 50 pkt ECTS*):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Inżynieria Finansowa (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_W05, K2MAT_W06,	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
2		Stochastyczne Modele Kontraktów Terminowych (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_W05 K2MAT_W06	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3		Ubezpieczenia Życiowe (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_W05 K2MAT_W06	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
4		Wybrane Aspekty Ubezpieczeń i Reasekuracji (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_W05 K2MAT_K01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
5		Symulacje Komputerowe Procesów Stochastycznych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_U05 K2MAT_W04 K2MAT_W05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
6		Ubezpieczenia Majątkowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05 K2MAT_K01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
7		Wstęp do Matematyki Finansów (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05 K2MAT_W01 K2MAT_U01 K2MAT_K01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
8		Statystyka w Finansach i Ubezpieczeniach (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W08 K2MAT_U04 K2MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
9		Algebra Abstrakcyjna (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K05, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U05, K2MAT_U08, K2MAT_W04, K2MAT_W09	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
10		Geometria i Topologia Różniczkowa (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K05, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_W01, K2MAT_W01, K2MAT_W04, K2MAT_W10	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
11		Teoria Ergodyczna (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K02 K2MAT_K05, K2MAT_U01, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_W04, K2MAT_W09, K2MAT_W09	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
12		Teoria Potencjału Procesów Markowa (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_W02, K2MAT_W04, K2MAT_W09 K2MAT_W12, K2MAT_W12	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
13		Analiza Harmoniczna (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K03, K2MAT_K04, K2MAT_K04 K2MAT_K05, K2MAT_K06 K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2MAT_U01 K2MAT_U05, K2MAT_U06, K2MAT_U08 K2MAT_U09, K2MAT_W01, K2MAT_W02 K2MAT_W04 K2MAT_W07, K2MAT_W09											
14		Analiza Wypukła (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K05, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
15		Grafy i Sieci Losowe (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_W02, K2MAT_W04, K2MAT_W09, K2 MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2 MAT_U06, K2 MAT_U08, K2 MAT_K01, K2 MAT_K02, K2 MAT_K03, K2MAT_K05, K2 MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
16		Metody Numeryczne (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05, K2MAT_W06, K2MAT_U05, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
17		Macierze Losowe (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_W02, K2MAT_W04, K2MAT_W09, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
18		Modele Liniowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U08 K2MAT_W03 K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
19		Metody analizy funkcjonalnej w równaniach	2	2	0	0	0	K2MAT_K03, K2MAT_K05, K2MAT_U01, K2MAT_U06, K2MAT_W01, K2MAT_W04 K2MAT_W05, K2MAT_W06	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		różniczkowych cząstkowych (GK)																	
20		Funkcje Specjalne (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K06, K2MAT_W03, K2MAT_W09	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
21		Ewolucje dyskretne (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_W04, K2MAT_W06, K2MAT_W09, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U07, K2MAT_K01, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
22		Zaawansowane sieci neuronowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05, K2MAT_W08, K2MAT_W11, K2MAT_U02, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
23		Modele Liniowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U08 K2MAT_W03 K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
24		Technologie webowe w procesie analityki danych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W08, K2MAT_W11, K2MAT_W13, K2MAT_U02, K2MAT_U03, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
25		Sekwencyjne Decyzje Statystyczne (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U07 K2MAT_U08 K2MAT_W03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13											
26		Statystyka Nieparametryczna (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U08 K2MAT_W03 K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
27		Teoria Estymacji (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U07 K2MAT_U08 K2MAT_W03 K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
28		Teoria Testowania Hipotez (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_K01 K2MAT_K02 K2MAT_K03 K2MAT_K04 K2MAT_K05 K2MAT_K06 K2MAT_K07 K2MAT_U01 K2MAT_U02 K2MAT_U03 K2MAT_U04 K2MAT_U05 K2MAT_U06 K2MAT_U07 K2MAT_U08 K2MAT_W03 K2MAT_W08 K2MAT_W09 K2MAT_W10 K2MAT_W11 K2MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
29		Analiza Szeregów Czasowych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W08, K2MAT_K05, K2MAT_K06	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

30		Analiza Danych Ankietyjnych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W07, K2MAT_W11, K2MAT_U02-K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
31		Data Mining (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W07, K2MAT_W11, K2MAT_U02-K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
32		Statystyka Obliczeniowa (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W07, K2MAT_W11, K2MAT_U02-K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
33		Statystyka Procesów Stochastycznych i Pól Losowych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W02, K2MAT_W03, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06, K2MAT_W07, K2MAT_U01, K2MAT_U02, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U11, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K06, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
34		Statystyka Stosowana (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W07, K2MAT_W11, K2MAT_U02-K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
35		Optymalne Procedury Sekwencyjne dla Procesów Stochastycznych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W05, K2MAT_W07, K2MAT_W11, K2MAT_U02-K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

36		Teoretyczne Podstawy Analizy Danych Wielowymiarowych (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W08, K2MAT_W11, K2MAT_W13, K2MAT_U01, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
37		Statystyka w Finansach i Ubezpieczeniach (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W08, K2MAT_U04, K2MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
38		Uczenie Maszynowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W03, K2MAT_W09, K2MAT_W10, K2MAT_U02, K2MAT_U04, K2MAT_U11 K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K06, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
39		Zaawansowane sieci neuronowe (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05, K2MAT_W08, K2MAT_W11, K2MAT_U02, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
40		Algorytmy big data (GK)	2	0	2	0	0	K2MAT_W05, K2MAT_W08, K2MAT_W11, K2MAT_W13, K2MAT_U02, K2MAT_U06, K2MAT_U08, K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K04, K2MAT_K07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
Razem			20	20	0	0			600	1500	50	50	30					30	

4.2.2.2 Blok profil dyplomowania (min. 23 pkt ECTS):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Praca Dyplomowa	0	0	0	0	0	K2MAT_K03, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U03, K2MAT_U04 K2MAT_U06, K2MAT_W09, K2MAT_W10,	30	540	18	18	10	T	Z	-	DN	P(10)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

							K2MAT_W10, K2MAT_W11, K2MAT_W13												
2		Seminarium Dyplomowe	0	0	0	0	2	K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U10, K2MAT_W12	30	150	5	5	2	T	Z	-	DN	P(5)	K
Razem			0	0	0	0	2		60	690	23	23	12					15	

Razem dla bloków kierunkowych i specjalnościowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ³
w	ć	l	p	s					
20	20	0	2		660	2190	73	73	42

4.4 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej	magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	18	
Charakter pracy dyplomowej		
Studia literaturowe oraz badania własne		
Liczba punktów ECTS BU¹	10	
Liczba punktów ECTS DN⁵	18	

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin bądź kolokwium zaliczeniowe
ćwiczenia	testy, kolokwia, aktywność, raporty
laboratorium	zrealizowane projekty, zadania programistyczne
seminarium	prezentacja zagadnienia, wygłoszone referaty
praca magisterska	ocena przygotowanej pracy magisterskiej

6. Zakres egzaminu dyplomowego

Zakres egzaminu magisterskiego obejmuje materiał ze wszystkich zrealizowanych w trakcie studiów kursów, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień związanych z napisaną pracą magisterską.

7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

Terminy zaliczenia określonych kursów wynikają z dopuszczalnych deficytów punktowych (wyrażonych w punktach ECTS) po poszczególnych semestrach studiów:

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	12
2	12
3	10
4	0

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

04.04.2023

.....
Data

Wiktoria Furuska

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów



04.04.2023

.....
Data

DZIEKAN
Wydziału Matematyki

prof. dr hab. inż. Marcin Magdziarz
(4)

.....
Podpis Dziekana Wydziału

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z w nawiasie wpisać formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: MATEMATYKI

KIERUNEK STUDIÓW: MATEMATYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚCI: Matematyka Finansowa i Ubezpieczeniowa, Matematyka Teoretyczna, Statystyka i Analiza Danych

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

OBOWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2023/2024

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 19

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza Rzeczywista i Zespolona (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U06, K2MAT_U07, K2MAT_W01, K2MAT_W04, K2MAT_W05 K2MAT_W06	60	180	6	6	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
2		Procesy Stochastyczne (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U08, K2MAT_W04, K2MAT_W05, K2MAT_W06	60	180	6	6	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Statystyka Matematyczna (GK)	2	2	1	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K03, K2MAT_K04 K2MAT_K05, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U03 K2MAT_U04, K2MAT_U05, K2MAT_U08, K2MAT_W03 K2MAT_W09, K2MAT_W10 K2MAT_W13	75	210	7	7	3	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
Razem:			6	6	1	0	0		195	570	19	19	9					10	

Kursy wybieralne (min. 135 godzin w semestrze, 11 punktów ECTS)

Lp	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Blok MATII	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

2		Blok MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
3		Język obcy I	0	1	0	0	0		15	30	1	0	0,5	T	Z	O		P(1)	KO
Razem:			4	3	2	0	0		135	330	11	10	6,5					7	

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
10	9	3	0	0	330	900	30	29	15,5

Semestr 2

Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 16

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza Funkcjonalna i Topologia (GK)	2	2	0	0	0	K2MAT_K01, K2MAT_K02, K2MAT_K03, K2MAT_K04, K2MAT_K05, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U05, K2MAT_U06, K2MAT_U07, K2MAT_U08, K2MAT_U09, K2MAT_U10, K2MAT_U11, K2MAT_W01, K2MAT_W04, K2MAT_W09	60	150	5	5	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
2		Równania Różniczkowe Częstkowe i Ich Zastosowania (GK)	3	2	0	0	0	K2MAT_K07, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_W01, K2MAT_W04, K2MAT_W05 K2MAT_W06	75	180	6	6	3	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Seminarium 1	0	0	0	0	2	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_W04, K2MAT_W05 K2MAT_W06	30	150	5	5	2	T	Z	-	DN	P(5)	K
Razem:			5	4	0	0	2		165	480	16	16	8					11	

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy wybieralne (min. 180 godzin w semestrze, 14 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		BLOK MATII	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
2		BLOK MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
3		Język obcy II	0	3	0	0	0		45	60	2	2	1,5	T	E	O		P(2)	KO
4		Nauki Humanistyczne	1	0	0	0	0	K2MAT_K08	15	60	2	2	1	T	Z	O	DN		KO
Razem:			5	5	2	0	0		180	420	14	14	8,5					8	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
10	9	2	0	2	345	900	30	28	16,5

Semestr 3

Grupa kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 2

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Seminarium 2	0	0	0	0	2	K2MAT_K01, K2MAT_U01, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_W04, K2MAT_W05 K2MAT_W06	30	60	2	2	2	T	Z	-	DN	P(2)	K
Razem:			0	0	0	0	2		30	60	2	2	2					2	

Kursy wybieralne (min. 330 godzin w semestrze, 28 punktów ECTS)

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		BLOK MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
2		BLOK MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
3		BLOK MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
4		BLOK MATII	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
5		BLOK MATII	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
6		Nauki Społeczne	2	0	0	0	0	K2MAT_K08	30	90	3	3	2	T	Z	O	DN		KO
Razem:			12	6	4	0	0		330	840	28	28	17					15	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
12	6	4	0	2	360	900	30	30	19

Semestr 4

Grupa kursów obowiązkowych liczba punktów ECTS: 2

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Podstawy Mechaniki Kwantowej	2	0	0	0	0	K2MAT_K06, K2MAT_U02, K2MAT_W06	30	60	2	2	1	T	Z	-	DN		PD
Razem:			2	0	0	0	0		30	60	2	2	1					0	

Kursy wybieralne (min, 120 godzin w semestrze, 28 punkty ECTS)

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		BLOK MATII	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z	-		P(3)	K
2		Praca Dyplomowa	0	0	0	0	0	K2MAT_K03, K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U03, K2MAT_U04, K2MAT_U06, K2MAT_W09, K2MAT_W10 K2MAT_W10, K2MAT_W11 K2MAT_W13,	30	540	18	18	10	T	Z	-		P(10)	K
2		Seminarium Dyplomowe	0	0	0	0	2	K2MAT_K06, K2MAT_K07, K2MAT_U10, K2MAT_W12	30	150	5	5	2	T	Z	-		P(5)	K
Razem:			2	2	0	0	2		120	840	28	28	15					18	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	2	0	0	2	150	900	30	30	16

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	1. Procesy Stochastyczne 2. Statystyka Matematyczna	1
	1. Analiza Funkcjonalna i Topologia 2. Równania Różniczkowe Częstkowe i Ich Zastosowania	2

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	12
2	12
3	10
4	0

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

04.04.2023

Data

Wiktoria Truszkiewicz

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów



04.04.2023

Data

DZIEKAN
Wydziału Matematyki

prof. dr hab. inż. Marcin Magdziarz
(4)

Podpis Dziekana Wydziału

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algorytmy big data**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Big-Data Algorithms**
 Kierunek studiów: **Matematyka**
 Specjalność:
 Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student zna podstawy wybranego języka programowania (Python lub R).
2. Student zna podstawy wybranego silnika relacyjnych baz danych (MySQL lub podobny).

CELE PRZEDMIOTU

C1 Opanowanie obsługi popularnych narzędzi do analizy dużych zbiorów danych.
 C2 Opanowanie często wykorzystywanych algorytmów optymalizacji działających w rozproszonym środowisku obliczeniowym na dużych danych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student jest świadom problemów wynikających z analizy dużych zbiorów danych.

PEU_W02 Student zna algorytmy wykorzystywane do rozproszonego przetwarzania dużych zbiorów danych.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi wykonać analizę dużego zbioru danych wymagającego rozproszenia na kilka komputerów.

PEU_U02 Student potrafi dobrać ekosystem narzędzi nadających się do wykonania analizy dużych zbiorów danych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie analityki danych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do problematyki analizy dużych zbiorów danych; Dane tabelaryczne, strumieniowe i nieustrukturyzowane; Problemy wynikające z obliczeń w klastrze.	2
Wy2	Zasada działania platformy Spark; Dialekty i dostępne biblioteki; Rozproszone zbiory danych; Różnica pomiędzy kolumnową a wierszową reprezentacją danych; Format Parquet.	2
Wy3- Wy4	Porównanie możliwości Spark-SQL z klasyczną relacyjną bazą danych.	4
Wy5	Leniwa natura analizy w rozproszonym środowisku; Partycjonowanie; Tasowanie danych; Zbieranie wyników.	2
Wy6- Wy7	Korzystanie z interfejsu PySpark; Przegląd możliwości ze zwróceniem uwagi na wydajność operacji.	4
Wy8	Biblioteki Spark-Mllib oraz Spark-Streaming; Omówienie trudności w budowie modeli w rozproszonym i dynamicznym środowisku analitycznym.	2
Wy9- Wy10	Algorytm Stochastic Gradient Descent (SGD).	4
Wy11- Wy12	Algorytm Limited Memory Broyden–Fletcher–Goldfarb–Shanno (L-BFGS).	4
Wy13	Zasady budowania nowych metod analityki w rozproszonym środowisku analitycznym; Nieoficjalne biblioteki ekosystemu Spark.	2
Wy14	Biblioteki do przetwarzania danych grafowych.	2
Wy15	Podsumowanie wykładu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie się z infrastrukturą do analityki big data.	2

La2	Wykorzystanie wirtualnych maszyn do budowy środowiska testowego symulującego klaster obliczeniowy; Instalacja infrastruktury i dystrybucja danych testowych.	2
La3-La5	Ćwiczenia z wykorzystaniem biblioteki PySpark i Spark-SQL.	6
La6-La8	Ćwiczenia z wykorzystaniem biblioteki PySpark.	6
La9-La12	Ćwiczenia z wykorzystaniem bibliotek PySpark i Spark-Streaming oraz Spark-Mllib.	8
La13-La14	Ćwiczenia z implementacji wybranego modelu statystycznego w rozproszonym środowisku z wykorzystaniem SGD oraz L-BFGS.	4
La15	Podsumowanie laboratorium.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład multimedialny z elementami tradycyjnego. N2. Laboratorium komputerowe. N3. Praca własna studenta.	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01	Sprawozdanie z opisowej analizy danych nieustrukturyzowanych lub ustrukturyzowanych.
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02	Sprawozdanie z analizy statystycznej danych ustrukturyzowanych lub strumieniowych.
F3	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Sprawozdanie porównujące wydajność algorytmów SGD oraz L-BFGS.
$P = (F1+F2+F3)/3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] J. Rioux, <i>Data Analysis with Python and PySpark</i> , Manning 2022, wydanie 1. [2] A. Tandon, S. Ryza, U. Laserson, S. Owen, J. Wills, <i>Advanced Analytics with PySpark</i> , O'Reilly 2022, wydanie 1. [3] W. Chen, Z. Wang, J. Zhou, <i>Large-scale L-BFGS using MapReduce</i> , Advances in Neural Information Processing Systems 27 (2014). <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. Luraschi, K. Kuo, E. Ruiz, <i>Mastering Spark with R</i> , O'Reilly 2019, wydanie 1. [2] J. S. Damji, B. Wenig, T. Das, D. Lee, <i>Learning Spark</i> , O'Reilly 2020, wydanie 2. OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: Data Mining****Nazwa w języku angielskim: Data Mining****Kierunek studiów : Matematyka****Specjalność:****Stopień studiów i forma: 2 stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: wybieralny****Kod przedmiotu****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				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3				
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa,
2. Wstęp do statystyki matematycznej.
3. Wstęp do programowania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przekazanie wiedzy dotyczącej najważniejszych zadań pozyskiwania wiedzy (data mining).
- C2 Przedstawienie klasycznych i nowoczesnych metod klasyfikacji, analizy skupień oraz redukcji wymiaru.
- C3 Przekazanie wiedzy na temat zaawansowanych zagadnień związanych z konstrukcją modeli klasyfikacyjnych.
- C4 Przedstawienie podstawowych algorytmów wykorzystywanych do selekcji cech.
- C5 Przedstawienie metod statystycznych stosowanych do wyboru i oceny klasyfikatorów.
- C6 Wyrobienie umiejętności stosowania zdobytej wiedzy do rozwiązywania zagadnień praktycznych z różnych dziedzin nauki, techniki i przemysłu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEU_W01 ma wiedzę dotyczącą najważniejszych zadań data mining,

PEU_W02 zna klasyczne i nowoczesne metody klasyfikacji, wyboru cech, analizy skupień i redukcji wymiaru oraz ich podstawowe własności,

PEU_W03 zna metody statystyczne stosowane do wyboru i oceny klasyfikatorów,

PEU_W04 ma wiedzę na temat zaawansowanych zagadnień związanych z budową modeli klasyfikacyjnych.

Z zakresu umiejętności student:

PEU_U01 potrafi odpowiednio dobierać metody umożliwiające realizację określonego zadania pozyskiwania wiedzy,

PEU_U02 potrafi stosować w praktyce poznane metody i algorytmy data mining,

PEU_U03 potrafi weryfikować efektywność stosowanych metod.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do problematyki pozyskiwania wiedzy (ang. data mining). Rodzaje zadań data mining. Główne wyzwania.	2
Wy2	Linijowe metody klasyfikacji i ich wybrane uogólnienia.	2
Wy3	Metody klasyfikacji oparte na nieparametrycznej estymacji rozkładów prawdopodobieństwa.	2
Wy4	Metody selekcji cech (ang. feature selection). Ogólna klasyfikacja metod i wybrane algorytmy.	2
Wy5	Metody regularyzacji w uczeniu statystycznym.	2
Wy6 -Wy8	Zaawansowane zagadnienia związane z konstrukcją modeli klasyfikacyjnych. Dekompozycja zagadnień wieloklasowych. Uwzględnienie kosztów w konstrukcji modeli klasyfikacyjnych (ang. cost-sensitive classification). Wybrane metody klasyfikacji danych niebalansowanych (ang. class imbalanced data).	6
Wy9 -Wy10	Statystyczne metody wykorzystywane do wyboru i oceny klasyfikatorów. Schematy oparte na walidacji krzyżowej (ang. cross-validation) oraz metodzie bootstrap. Prawidłowe uwzględnienie wyboru modelu w ocenie dokładności	4

	klasyfikacji. Testy statystyczne stosowane do porównywania klasyfikatorów.	
Wy11-Wy13	Zaawansowane metody analizy skupień. Wybrane algorytmy klasteryzacji gęstościowej (ang. density-based), klasteryzacja rozmyta (ang. fuzzy clustering), metody grupowania oparte na modelach statystycznych (ang. model-based clustering). Problem stabilności analizy skupień. Zespołowe metody klasteryzacji (ang. ensemble clustering).	6
Wy14 -Wy15	Wybrane metody rzutowania i faktoryzacji. Analiza czynnikowa, Non-negative Matrix Factorization (NMF), projekcje losowe, FastMap, IsoMap i algorytmy typu manifold learning.	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Przygotowanie danych do analiz data mining.	2
La2	Liniowe metody klasyfikacji i ich wybrane uogólnienia.	2
La3	Metody klasyfikacji oparte na nieparametrycznej estymacji rozkładów prawdopodobieństwa.	2
La4	Metody selekcji cech (ang. feature selection).	2
La5	Metody regularyzacji w uczeniu statystycznym.	2
La6 – La8	Zaawansowane zagadnienia związane z konstrukcją modeli klasyfikacyjnych.	6
La9 – La10	Zastosowanie metod statystycznych do wyboru i oceny skuteczności klasyfikatorów.	4
La11 – La13	Zaawansowane metody analizy skupień.	6
La14 – La15	Wybrane metody rzutowania i faktoryzacji.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna, 2. Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej. 3. Konsultacje, 4. Praca własna studenta – przygotowanie do zajęć laboratoryjnych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01,PEU_U02, PEU_U03,PEU_K01, PEU_K02,	Odpowiedzi ustne, raporty z zadań laboratoryjnych, projekty
F2	PEU_W01,PEU_W02, PEU_W03,PEU_W04, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.

$$P = 60\%F1 + 40\%F2$$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] T.Hastie, R.Tibshirani, J. Friedman (2017), The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer.
- [2] P.-N. Tan, M. Steinbach, A. Karpatne, V. Kumar (2019), Introduction to Data Mining, 2nd Ed., Pearson.
- [3] M. Krzyśko, W. Wołyński, T. Górecki, M. Skorzybut (2008), Systemy uczące się: Rozpoznawanie wzorców analiza skupień i redukcja wymiarowości, WNT.
- [4] J. Koronacki, J. Ćwik (2008), Statystyczne systemy uczące się, Exit.
- [5] A. Fernández et al. (2018). Learning from Imbalanced Data Sets, Springer.
- [6] A. Izenman (2008). Modern Multivariate Statistical Techniques: Regression, Classification, and Manifold Learning.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Kuhn, M., & Johnson, K. (2018). Applied predictive modeling. Springer.
- [2] Ch. M. Bishop (2006), Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Springer.
- [3] D.T. Larose and Ch.D. Larose (2014), Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining, 2nd Edition, Wiley.
- [4] H. He and Y. Ma (2013). Imbalanced Learning: Foundations, Algorithms, and Applications. Wiley.
- [5] R.A. Johnson, D.W. Wichern (2002), Applied multivariate statistical analysis, Pearson Prentice Hall.
- [6] W.N. Venables, B.D. Ripley (2001), Modern Applied Statistics With S, Springer.

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

dr inż. Adam Zagdański (Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Ewolucje dyskretne**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Discrete evolutions**
 Kierunek studiów: **Matematyka**
 Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Podstawowa wiedza z następujących działów matematyki:

1. Rachunek prawdopodobieństwa.
2. Procesy Stochastyczne.
3. Analiza funkcjonalna.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Prezentacja wybranych modeli matematycznych opartych na łańcuchach Markowa z dyskretnym parametrem czasowym na nieskończonych przeliczalnych przestrzeniach stanów i związanych z nimi operatorach liniowych, wypracowanie umiejętności rachunkowych i pojęciowych dla analizy tych modeli.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy student**

PEU_W01 zna wybrane modele matematyczne oparte na łańcuchach Markowa z dyskretnym parametrem czasowym na nieskończonych przeliczalnych przestrzeniach stanów.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 posiada umiejętności rachunkowe i pojęciowe dla analizy modeli matematycznych opartych na procesach i operatorach dyskretnych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 jest zdolny do wyszukiwania i korzystania z literatury (polsko- i anglojęzycznej) zalecanej do kursu oraz samodzielnego zdobywania wiedzy.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład

Liczba
a
godzin

Wy1	Jednorodny w czasie łańcuch Markowa z czasem dyskretnym o nieskończonej, przeliczalnej przestrzeni stanów. Półgrupa przejścia i generator. Dyskretne równanie ciepła. Przykłady.	3
Wy2	Nieskończony graf ważony o skończonej geometrii i związany z nim spacer losowy. Uogólnienie do przestrzeni jednostajnie dyskretnej. Lokalność i nielokalność generatora.	3
Wy3	Losowa zmiana czasu dyskretnego. Funkcja Bernsteina i subordynacja dyskretna.	3
Wy4	Rozkłady nieskończenie podzielne na kracie całkowitoliczbowej.	2
Wy5	Podwykładniczość i splotowa równoważność rozkładów dyskretnych. Twierdzenie o charakterystyce dla rozkładów nieskończenie podzielnych. Zastosowania do subordynacji.	3
Wy6	Łańcuch Markowa z własnością bezpośredniego kroku. Konstrukcje i przykłady.	3
Wy7	Półgrupy Feynmana-Kaca z czasem dyskretnym. Interpretacja probabilistyczna.	3
Wy8	Dyskretny operator Schrödingera oparty na generatorze łańcucha Markowa. Związek z operatorem Feynmana-Kaca. Potencjał wiążący i model oscylatora dyskretnego.	2
Wy9	Oszacowania funkcji harmonicznego operatora Feynmana-Kaca z potencjałem wiążącym. Konsekwencje dla tempa zaniku funkcji własnych. Zastosowania do dyskretnych operatorów Schrödingera i laplasjanów grafowych.	3
Wy10	Transformacja Dooba łańcucha Markowa z czasem dyskretnym zdefiniowanego przez półgrupę Feynmana-Kaca z potencjałem wiążącym. Własności kontraktywności półgrup ewolucyjnych takich transformacji. Zastosowanie do opisu własności ergodycznych i quasi-ergodycznych łańcuchów Markowa o zwartych półgrupach przejścia.	5
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-15	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne zagadnienia omawiane na wykładzie.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna. N2 Ćwiczenia. N3 Konsultacje. N4 Praca własna studenta.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_W01, PEU_U01, PEU_K01	odpowiedzi ustne, kolokwium
P=F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] M. T. Barlow, Random walks and heat kernels on graphs, vol. 438 of London Mathematical Society Lecture Note Series. Cambridge University Press, Cambridge (2017).
[2] A. A. Borovkov, K. A. Borovkov, Asymptotic analysis of random walks. Heavy-tailed distributions, vol. 118 of Encyclopedia of Mathematics and its Applications. Cambridge Univ. Press, Cambridge (2008).
[3] A. Bendikov, L. Saloff-Coste, Random walks on groups and discrete subordination. Math. Nachr. 285, 580-605 (2012).
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] G. A. Anastassiou, A. Bendikov, A discrete analog of Kac's formula and optimal approximation of the solution of the heat equation. Indian J. Pure Appl. Math., 28 (10), 1367–1389 (1997).
[2] K. L. Chung, Lectures from Markov Processes to Brownian Motion, Springer-Verlag, New York, 1982.
[3] M. Keller, D. Lenz, R. K. Wojciechowski, Graphs and discrete Dirichlet spaces, vol. 358 of Grundlehren der mathematischen Wissenschaften. Springer, Cham (2021).

- [4] W. Cygan, K. Kaleta, M. Śliwiński, Decay of harmonic functions for discrete time Feynman-Kac operators with confining potentials, ALEA, Lat. Am. J. Probab. Math. Stat. 19, 1071-1101 (2022).

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

dr hab. Kamil Kaleta (Kamil.Kaleta@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim
Nazwa przedmiotu w języku angielskim
Kierunek studiów
Specjalność
Stopień studiów i forma
Rodzaj przedmiotu
Kod przedmiotu
Grupa kursów

PODSTAWY MECHANIKI KWANTOWEJ
Introduction to Quantum Mechanics
Matematyka

II stopień, stacjonarna
obowiązkowy
FZT001300W
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)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej, analizy funkcjonalnej oraz algebry liniowej.
2. Umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych.
3. Podstawowa wiedza z rachunku prawdopodobieństwa.
4. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniające jej aspekty aplikacyjne, z mechaniki kwantowej.
C2. Zdobywanie umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz ilościowej analizy wybranych zjawisk i procesów fizycznych mechaniki kwantowej
C3. Nabycie i utrwalenie kompetencji społecznych obejmujących: umiejętność współzycia w grupie studenckiej, odpowiedzialność i uczciwość w zdobywaniu wiedzy, przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim, umiejętność krytycznej oceny własnej wiedzy

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy student**

PEU_W01 zna postulaty mechaniki kwantowej i rozumie ich znaczenie
PEU_W02 zna narzędzia matematyczne mechaniki kwantowej i umie je zastosować
PEU_W03 ma podstawową wiedzę w zakresie podstawowych zasad mechaniki kwantowej

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi wskazać przykłady zjawisk fizycznych, których opis wymaga zastosowania mechaniki kwantowej

PEU_U02 potrafi stosować narzędzia matematyczne do opisu prostych układów kwantowych
 PEU_U03 potrafi wyznaczyć wartości podstawowych wielkości fizycznych w prostych modelach kwantowych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 rozumie potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy

PEU_K02 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

PEU_K03 dostrzega wagę współpracy w zakresie badań interdyscyplinarnych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Mechanika kwantowa a mechanika klasyczna.	2
Wy2	Postulaty mechaniki kwantowej. Formalizm przestrzeni Hilberta.	2
Wy3	Stany układów kwantowych. Funkcja falowa. Interpretacja probabilistyczna. Postulat Borna. Stany czyste i stany mieszane.	2
Wy4	Obserwable. Operator pędu i operator położenia. Hamiltoniany układów kwantowych.	2
Wy5	Stacjonarne równanie Schroedingera. Proste przykłady.	2
Wy6	Cząstka w polu potencjalnym. Twierdzenie Kato-Rellicha.	2
Wy7	Twierdzenie spektralne w mechanice kwantowej.	2
Wy8	Probabilistyczna interpretacja mechaniki kwantowej. Problem współmierzalności. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.	2
Wy9 Wy10	Dynamika układów kwantowych. Twierdzenie Stone'a. Niestacjonarne równanie Schroedingera.	4
Wy11	Cząstki identyczne. Bosony i fermiony. Zasada Pauliego. Przestrzenie Focka.	2
Wy12	Kwantowy model oscylatora harmonicznego.	2
Wy13	Kwantowy model atomu wodoru.	2
Wy14	Operatory momentu pędu. Operatory spinu.	2
Wy15	Kolokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład tradycyjny. N2 Listy zadań do samodzielnego rozwiązania N3 Kolokwia pisemne. N4 Konsultacje, praca własna: przygotowanie do kolokwiów.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Kolokwium pisemne.
P=F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] M. Grabowski, R. Ingarden, <i>Mechanika Kwantowa. Ujęcie w przestrzeni Hilberta</i>. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1989. [2] R. Shankar, <i>Mechanika Kwantowa</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] S. Kryszewski, <i>Mechanika kwantowa dla początkujących</i>, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, 2010. [2] D. Griffiths, <i>Introduction to Quantum Mechanics</i>, Pearson Prentice Hall, 2nd Edition, Upper Saddle River, 2005.
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Romuald Lenczewski (romuald.lenczewski@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	PROCESY STOCHASTYCZNE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Stochastic Processes
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001368Wc
Grupa kursów	TAK

	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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu analizy stochastycznej i jej zastosowań

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w naukach technicznych i przyrodniczych Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Proces Wienera, wariancja kwadratowa.	2
Wy2	Całka Ito.	4
Wy3	Wzór Ito, wariancja kwadratowa.	2
Wy4	Całka Ito w/g semimartynału.	2
Wy5	Stochastyczne równania różniczkowe.	4
Wy6	Równanie Langevina.	2
Wy7	Równanie Fokkera-Plancka.	2
Wy8	Geometryczny ruch Browna, proces Ornsteina-Uhlenbecka.	2
Wy9	Twierdzenie o reprezentacji martyngałowej.	2
Wy10	Twierdzenie Girsanowa.	2
Wy11	Wzór Feynmana-Kaca.	2
Wy12	Procesy Levy`ego, wzór Levy`ego-Chinczina.	2
Wy13	Reprezentacja procesów stabilnych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Praktyczne aspekty wykorzystania całki Ito. Przykłady i zadania. Ilustracje numeryczne teorii.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02 PEU_K01	Egzamin
F2	PEU_U01, PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] I. Karatzas, S. E. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer 1991.
[2] K. Sobczyk, Stochastyczne równania różniczkowe, WNT 1996.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Jacek Małecki (Jacek.Małecki@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	SEMINARIUM 1
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Seminar 1
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001370S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					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)					5
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek prawdopodobieństwa, statystykę matematyczną oraz zaawansowane procesy stochastyczne

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach matematyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe modele i metody używane w matematyce teoretycznej oraz różnych zastosowaniach matematyki PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować podstawowe modele matematyczne, wykorzystywane różnych dziedzinach
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1-Se15	Wybrane działy matematyki teoretycznej i stosowanej.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Seminarium problemowe, prezentacja, wykład problemowy, wykład informacyjny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_U01	Ocena prezentacji, wykładu informacyjnego bądź problemowego przygotowanego przez studenta
P=F1		

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Tadeusz Kulczycki (Tadeusz.Kulczycki@pwr.edu.pl)

Nazwa przedmiotu w języku polskim	WYDZIAŁ MATEMATYKI
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	KARTA PRZEDMIOTU
Kierunek studiów	RÓWNANIA RÓŻNICZKOWE CZĄSTKOWE I ICH ZASTOSOWANIA
Specjalność	Partial Differential Equations and Their Applications
Stopień studiów i forma	Matematyka
Rodzaj przedmiotu	II stopień, stacjonarna
Kod przedmiotu	obowiązkowy
Grupa kursów	MAT001377Wc
	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do teorii równań różniczkowych.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu klasycznych równań różniczkowych cząstkowych.
C2 Poznanie podstawowych zastosowań równań różniczkowych cząstkowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia z głównych działów równań różniczkowych cząstkowych PEU_W02 zna zastosowania równań różniczkowych cząstkowych w zagadnieniach technicznych, naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii i biologii oraz w finansach i ekonomii.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi stosować analityczne metody w rozwiązywaniu podstawowych zagadnień dla równań różniczkowych cząstkowych. PEU_U02 potrafi budować matematyczne modele wykorzystujące równania różniczkowe cząstkowe przy rozwiązywaniu typowych zagadnień występujących w technice, naukach przyrodniczych i ekonomii.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.

TREŚCI PROGRAMOWE	
Forma zajęć - wykład	Liczba

		godzin
Wy1	Podstawowe typy równań różniczkowych cząstkowych, pojęcie rozwiązania klasycznego, przykłady zastosowań w fizyce, technice, biologii, ekonomii.	3
Wy2	Linijowe i quasilinijowe równania pierwszego rzędu: zagadnienie Cauchy'ego, metoda charakterystyk, metoda całek pierwszych.	3
Wy3	Skalarne prawa zachowania: równanie transportu, nielepkościowe równanie Bugersa, fale rozrzedzeniowe, fale uderzeniowe, rozwiązania uogólnione, warunek Rankina - Hugoniota, rozwiązania entropijne.	3
Wy4	Równania nieliniowe pierwszego rzędu: zagadnienie Cauchy'ego, metoda wstępnych charakterystyk. Równanie eikonalu, zastosowania w fizyce ośrodków granulowanych. Układy równań pierwszego rzędu: równania Eulera dynamiki gazów.	3
Wy5	Klasyfikacja równań drugiego rzędu. Postać kanoniczna.	3
Wy6	Równania eliptyczne: równanie Laplace'a i Poissona, podstawowe zagadnienia. Rozwiązanie fundamentalne.	3
Wy7	Zagadnienie Dirichleta. Słaba i mocna zasada maksimum. Funkcja Greena. Całka Poissona. Metoda potencjałów.	3
Wy8	Zagadnienie Sturm-Liouville'a, wartości własne i funkcje własne operatora Laplace'a w obszarze ograniczonym, zastosowanie w zagadnieniach brzegowych.	3
Wy9	Elementy rachunku wariacyjnego, równanie Eulera – Lagrange'a. Równanie powierzchni minimalnych. Zagadnienia wariacyjne w przetwarzaniu obrazów cyfrowych.	3
Wy10	Równania hiperboliczne: równanie fali, podstawowe zagadnienia. Wzór d'Alemberta, wzór Kirchhoffa, zasada Huygensa, metoda Fouriera. Zasada Duhamela.	3
Wy11	Równania opisujące powstawanie dźwięku w instrumentach muzycznych: równanie struny, membrany, równanie Webstera. Wartości własne i funkcje własne i ich interpretacja.	3
Wy12	Równania paraboliczne: równanie przewodnictwa ciepła, zagadnienie Cauchy'ego początkowe i końcowe, podstawowe zagadnienia brzegowe. Słaba i mocna zasada maksimum. Rozwiązania samopodobne. Jądro Gaussa -Weierstrassa.	3
Wy13	Równanie Fokkera - Plancka, równania reakcji - dyfuzji - konwekcji, równanie ośrodków porowatych.	3
Wy14	Zastosowania równań dyfuzji w przetwarzaniu obrazów cyfrowych. Równanie Perony - Malika i jego modyfikacje.	3
Wy15	Zastosowania równań dyfuzji w matematyce finansowej: równanie Blacka-Scholesa i jego uogólnienia.	3
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- Ćw15	Rozwiązywanie zadań ilustrujących teorię podaną na wykładzie	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu

semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru		uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_K01	Egzamin
F2	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] L.C.Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN 2002. [2] H.Marcinkowska, Wstęp do teorii równań różniczkowych cząstkowych, PWN 1972. [3] P. Strzelecki, Krótkie wprowadzenie do równań różniczkowych cząstkowych, WUW, Warszawa 2006. [4] Y. Pinchover, J. Rubinstein, An Introduction to Partial Differential Equations, Cambridge University Press 2005. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. Niedoba, W. Niedoba, Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, skrypt AGH. [2] A.N.Tichonow, A.A.Samarski, Równania fizyki matematycznej, PWN 1963. [3] F.John, Partial Differential Equations, Springer Verlag 1982. [4] J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey & A. Movchan, Applied Partial Differential Equations, Oxford University Press, Oxford 1999.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Tomasz Jakubowski (Tomasz.Jakubowski@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	ANALIZA FUNKCJONALNA I TOPOLOGIA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Functional Analysis and Topology
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001378Wc
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	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej i wielu zmiennych. 2. Zna podstawowe fakty z topologii przestrzeni metrycznych, w szczególności zna sformułowanie i dowód twierdzenia Baire'a. 3. Zna i umie stosować pojęcia i twierdzenia algebry liniowej.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć topologii ogólnej. C2 Poznanie zaawansowanych pojęć analizy funkcjonalnej. C3 Nabycie umiejętności posługiwania się aparatem topologii i analizy funkcjonalnej. C4 Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych metodami analizy funkcjonalnej w różnych dziedzinach matematyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe pojęcia analizy funkcjonalnej i topologii ogólnej. PEU_W02 zna twierdzenia Hahna-Banacha, Banacha-Steinhaus'a, Banacha-Alaoglu i ich zastosowania. PEU_W03 zna podstawowe pojęcia związane z teorią operatorów na przestrzeniach Banacha i Hilberta. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi zastosować w praktyce poznane na kursie twierdzenia. PEU_U02 potrafi określić rodzaj konkretnej przestrzeni liniowo-topologicznej. PEU_U03 potrafi zbadać konkretny operator liniowy. PEU_U04 potrafi wskazać związki faktów z tego kursu z innymi działami matematyki. Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich

przeglądu

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

PEU_K03 potrafi być osobą odpowiedzialnością i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedłużanie funkcjonałów liniowych: twierdzenie Hahna-Banacha i jego zastosowania.	5
Wy2	Zastosowania twierdzenia Baire'a: twierdzenie Banacha-Steinhaus, twierdzenie Banacha o odwzorowaniu otwartym, twierdzenie o wykresie domkniętym, zastosowania.	5
Wy3	Przestrzenie liniowo-topologiczne i słabe topologie: zarys teorii przestrzeni liniowo-topologicznych, przykłady, słaba i $*$ -słaba zbieżność, słabe topologie, twierdzenie Banacha-Alaoglu.	6
Wy4	Operatory liniowe na przestrzeniach Hilberta: algebra operatorów ograniczonych, operatory całkowite, kryteria ograniczoności operatorów, operator sprzężony, operatory unitarne, hermitowskie, dodatnie i normalne, twierdzenie o pierwiastku kwadratowym.	6
Wy5	Operatory na przestrzeniach Banacha: spektrum, rezolwenta i promień spektralny, twierdzenie Arzeli-Ascoli, operatory zwarte, informacja o twierdzeniu spektralnym.	8
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie funkcjonałów liniowych.	5
Ćw2	Zastosowanie twierdzeń Banacha-Steinhaus i Banacha o odwzorowaniu otwartym.	3
Ćw3	Zastosowania twierdzenia o wykresie domkniętym.	2
Ćw4	Zadania problemowe dotyczące słabej i $*$ -słabej zbieżności.	6
Ćw5	Badanie operatorów na przestrzeniach Hilberta.	3
Ćw6	Badanie operatorów całkowitych.	3
Ćw7	Badanie operatorów na przestrzeniach Banacha.	6
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	
N3 Konsultacje	
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	egzamin
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Jacek Chmieliński, Analiza funkcjonalna (notatki do wykładu), Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków 1999. [2] J. Górniak i T. Pytlik, Analiza funkcjonalna w zadaniach, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1992. [3] Stanisław Prus i Adam Stachura, Analiza funkcjonalna w zadaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] W. Rudin, Analiza funkcjonalna, PWN, Warszawa 2001. [2] M. Reed and B. Simon, Methods of modern mathematical physics, Academic Press, New York, 1972. [3] J. B. Conway, A course in functional analysis, Springer, 1997

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. Krzysztof Stempak (Krzysztof.Stempak@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	SEMINARIUM 2
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Seminar 2
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001380S
Grupa kursów	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 (BU)					2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek prawdopodobieństwa, statystykę matematyczną oraz zaawansowane procesy stochastyczne.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach matematyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 Zna podstawowe modele i metody używane w matematyce teoretycznej oraz różnych zastosowaniach matematyki PEU_W02 Zna podstawy modelowania stochastycznego
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 Potrafi konstruować podstawowe modele matematyczne, wykorzystywane różnych dziedzinach
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1-Se15	Wybrane działy matematyki teoretycznej i stosowanej.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Seminarium problemowe, prezentacja, wykład problemowy, wykład informacyjny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_U01	Ocena prezentacji, wykładu informacyjnego bądź problemowego przygotowanego przez studenta
P=F1		

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Tadeusz Kulczycki (Tadeusz.Kulczycki@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	STATYSTYKA STOSOWANA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Applied Statistics
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001521WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do statystyki matematycznej.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie metod wnioskowania statystycznego dotyczącego mediany rozkładu, mających szczególne znaczenie, gdy średnia rozkładu nie istnieje, w odróżnieniu od często stosowanego modelu gaussowskiego
C2 Poznanie metod estymacji i testowania kwantyli w modelu parametrycznym
C3 Poznanie metod estymacji i testowania kwantyli w modelu nieparametrycznym
C4 Poznanie zastosowań metod wnioskowania statystycznego dotyczącego kwantyli

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna metody estymacji i testowania kwantyli w modelu parametrycznym PEU_W02 zna metody estymacji i testowania kwantyli w modelu nieparametrycznym PEU_W03 zna zastosowania metod wnioskowania statystycznego dotyczącego kwantyli.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi stosować poznane metody estymacji i testowania kwantyli w modelu parametrycznym PEU_U02 potrafi stosować metody estymacji i testowania kwantyli w modelu nieparametrycznym PEU_U03 potrafi wykorzystywać profesjonalne pakiety matematyczne i statystyczne do komputerowego modelowania problemu statystycznego i wykonywania obliczeń numerycznych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Model pomiaru ze znaną precyzją w modelu gaussowskim. Estymacja i testowanie hipotezy dotyczącej średniej	2
Wy2	Model pomiaru z nieznaną precyzją w modelu gaussowskim. Problemy estymacji i testowania hipotez.	4
Wy3	Estymacja punktowa i przedziałowa kwantyli w modelu parametrycznym.	4
Wy4	Testowanie hipotez o medianie.	4
Wy5	Zastosowania wnioskowań o medianie , m.in. dla rozkładów Cauchy’ego, Levy’ego, Pareto.	4
Wy6	Estymacja punktowa kwantyli w modelu nieparametrycznym	4
Wy7	Estymacja przedziałowa mediany w modelu nieparametrycznym.	4
Wy8	Testowanie hipotez o medianie w modelu nieparametrycznym	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Estymatory i testy dotyczące średniej w modelach pomiaru ze znaną precyzją.	2
Lab2	Estymatory i testy w modelach pomiaru z nieznaną precyzją.	4
Lab3	Estymacja punktowa i przedziałowa mediany w modelu parametrycznym.	4
Lab4	Testowanie hipotez o medianie.	4
Lab5	Zastosowania wnioskowań o medianie , m.in. dla rozkładów Cauchy’ego, Levy’ego, Pareto.	4
Lab6	Estymacja punktowa mediany w modelu nieparametrycznym	4
Lab7	Estymacja przedziałowa mediany w modelu nieparametrycznym.	4
Lab8	Testowanie hipotez o medianie w modelu nieparametrycznym	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna, częściowo prezentacja multimedialna	
N2 Laboratorium	
N3 Konsultacje	
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W03, PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01-PEU_W03, PEU_K01-PEU_K02	test
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Zieliński R. (2011). Statystyka matematyczna stosowana. Centrum Studiów zaawansowanych Politechniki Warszawskiej.
- [2] Koronacki J., Mielniczuk J. (2001). Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych. WNT, Warszawa.
- [3] Magiera, R. (2007). Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bickel, P. J., Doksum, K. A. (2001). Mathematical Statistics. Basic Ideas and Topics. Volume 1. Prentice Hall, New Jersey.

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

Dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	SEKWENCYJNE DECYZJE STATYSTYCZNE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Sequential Statistical Decisions
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001522WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Statystyka Matematyczna

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstaw teorii i metod wnioskowania statystycznego w przypadku, gdy rozmiar próby losowej nie jest z góry określony, a jest zmienną losową zależną od przebiegu dotychczasowych zdarzeń. C2 Poznanie podstaw teorii konstrukcji bayesowskich i minimaksowych procedur sekwencyjnych. C3 Poznanie podstaw teorii sekwencyjnych testów ilorazowych. C4 Poznanie podstaw teorii procedur testowania CUSUM. C5 Stosowanie poznanej wiedzy do konstrukcji optymalnych procedur sekwencyjnych dla ciągów zmiennych losowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawy teorii i metod wnioskowania statystycznego w przypadku, gdy rozmiar próby losowej nie jest z góry określony, a jest zmienną losową zależną od przebiegu dotychczasowych zdarzeń. PEU_W02 zna podstawy teorii konstrukcji bayesowskich i minimaksowych procedur sekwencyjnych uwzględniających oprócz błędu estymacji również koszt przeprowadzania eksperymentu. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować optymalne procedury estymacji przy sekwencyjnym sposobie otrzymywania danych PEU_U02 potrafi konstruować sekwencyjne testy ilorazowe PEU_U03 potrafi stosować poznane procedury estymacji i testowania w konkretnych rzeczywistych modelach, w

których uwzględniając koszt przeprowadzenia eksperymentu dane otrzymywane są sekwencyjnie (np. w modelach statystycznej kontroli jakości, w modelach niezawodnościowych, badaniach medycznych, ekonomicznych).

PEU_U04 potrafi wykorzystywać profesjonalne pakiety matematyczne i statystyczne do komputerowego modelowania problemu decyzyjnego i wspomagania obliczeń

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Stały i losowy rozmiar próby. Próba sekwencyjna. Metoda sekwencyjna wnioskowania statystycznego.	2
Wy2	Bayesowskie procedury estymacji sekwencyjnej. Bayesowskie procedury estymacji sekwencyjnej o stałym ryzyku.	2
Wy3	Bayesowskie procedury obcięte.	2
Wy4	Procedury o ustalonej liczbie kroków naprzód.	2
Wy5	Asymptotycznie optymalne procedury sekwencyjne.	2
Wy6	Sekwencyjny test ilorazowy. Sekwencyjny test ilorazowy jako procedura bayesowska.	2
Wy7	Podstawowa tożsamość analizy sekwencyjnej. Aproksymacje funkcji mocy i oczekiwanego rozmiaru próby.	2
Wy8	Dokładność aproksymacji Walda. Własność optymalności sekwencyjnego testu ilorazowego.	2
Wy9	Ryzyko bayesowskie i dopuszczalność sekwencyjnego testu ilorazowego.	2
Wy10	Testy CUSUM..	4
Wy11	Testy sekwencyjne obcięte. Testy sekwencyjne o nieliniowym brzegu zatrzymania.	2
Wy12	Sekwencyjne przedziały ufności.	2
Wy13	Minimaksowe procedury sekwencyjne.	2
Wy14	Zagadnienie wpływu reguły zatrzymania na wnioskowania statystyczne.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Bayesowskie procedury estymacji sekwencyjnej o stałym ryzyku.	2
Lab2	Algorytm bayesowskiej procedury obciętej.	4
Lab3	Procedury o ustalonej liczbie kroków naprzód.	2
Lab4	Asymptotycznie optymalne procedury w zagadnieniach estymacji.	2
Lab5	Projekt sekwencyjnego testu ilorazowego jako procedury bayesowskiej.	4
Lab6	Aproksymacje funkcji mocy i oczekiwanego rozmiaru próby.	2
Lab7	Dokładność aproksymacji Walda.	2
Lab8	Testy CUSUM.	4
Lab9	Testy sekwencyjne obcięte.	2

Lab10	Wyznaczenie testu sekwencyjnego o nieliniowym brzegu zatrzymania.	2
Lab11	Konstrukcja sekwencyjnego przedziału ufności.	2
Lab12	Wyznaczenie minimaksowej procedury sekwencyjnej.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna, częściowo multimedialna
N2 Laboratorium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W04, PEU_U01-PEU_U04, PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01-PEU_W04, PEU_U01-PEU_U04, PEU_K01-PEU_K02	test
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. H. De Groot. Optymalne decyzje statystyczne. Warszawa 1981.
- [2] J. O. Berger. Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. Springer-Verlag, New York 1988.
- [3] N. Mukhopadhyay, B.M. de Silva. Sequential Methods and Their Applications. CRC Press, Taylor and Francis Group, Chapman & Hall. Boca Raton 2009.
- [4] M. Ghosh, N. Mukhopadhyay, P.K. Sen. Sequential Estimation. John Wiley & Sons. New York 1997.
- [5] G.B. Wetherill, K.D. Glazenbrook. Sequential Methods in Statistics. Chapman 1986. 3 Ed.
- [6] Z. Govindarajulu. Sequential Statistics. World Scientific. New Jersey 2004.
- [7] T. S. Ferguson. Mathematical Statistics. A Decision Theoretic Approach. Academic Press. New York 1967

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Sz. Lipcer, A. N. Szirajew. Statystyka procesów stochastycznych. PWN. Warszawa 1981.
- [2] Sequential Methods in Statistics. Editor: R. Zieliński. Banach Center Publications. PWN. Warszawa 1985.
- [3] Magiera R. Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne. GiS, Wrocław 2007.
- [4] J. Whitehead. The Design and Analysis of Sequential Clinical Trials. Ellis Horwood. New York 1992.
- [5] S. M. Ross. Simulation. Academic Press. New York 1997

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

Dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	SYMULACJE KOMPUTEROWE PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Computer simulations of stochastic processes
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001523WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Procesy stochastyczne

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 Ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej i stosowanej PEU_W02 Zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 Potrafi konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Generowanie rozkładów i wektorów stabilnych	6
Wy2	Symulacja procesów stabilnych poprzez reprezentacje całkowite 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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Rozwiązanie zadań ilustrujących metody podane na wykładzie.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowo-informacyjny – metoda tradycyjna, prezentacja multimedialna	
N2 Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu Matlab	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Zaliczenie wykładu- test
F2	PEU_U01 PEU_K01	Projekty, sprawozdania
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[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.	
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1] J. Beran, Statistics for Long-memory Processes, Chapman & Hall, New York, 1994.	
[2] P. Cizek, W. Härdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011.	
[3] M. Skalba „Ubezpieczenia na życie”, WNT 1999.	

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Krzysztof Burnecki (Krzysztof.Burnecki@pwr.wroc.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Ubezpieczenia majątkowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Non-life insurance
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001524WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna procesy stochastyczne na poziomie zaawansowanym 2. Podstawowa znajomość pakietu Matlab

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu ubezpieczeń majątkowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki. PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zastosowaniach matematyki.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady ustalania składek.	2
Wy2	Funkcje użyteczności. Zasada zerowej użyteczności. Tw. Borch'a o polisie optymalnej.	2
Wy3	Franszyzy i ich rodzaje. Wycena składki netto przy założeniu franszyzy.	2
Wy4	Model ryzyka kolektywnego. Parametry i rozkład zagregowanej wypłaty.	2
Wy5	Złożony rozkład Poissona. Twierdzenie o łączeniu ryzyk i jego zastosowania.	2
Wy6	Twierdzenie o dekompozycji złożonego rozkładu Poissona. Aproksymacja modelu indywidualnego.	2
Wy7	Klasa rozkładów (a,b). Wzory rekurencyjne. Mieszane procesy Poissona.	2
Wy8	Proces ryzyka w czasie ciągłym. Współczynnik dopasowania. Twierdzenia o prawdopodobieństwie ruiny.	4
Wy9	Rozkład maksymalnej zagregowanej wypłaty a prawdopodobieństwo ruiny. Wzór Pollaczka-Chinczyna.	4
Wy10	Aproksymacje prawdopodobieństwa ruiny w skończonym i nieskończonym czasie.	2
Wy11	Proces ryzyka w czasie dyskretnym. Współczynnik dopasowania. Twierdzenia o prawdopodobieństwie ruiny.	2
Wy12	Rodzaje reasekuracji proporcjonalnej i nieproporcjonalnej. Wzory rekurencyjne na składkę reasekuratora.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Ćwiczenia ilustrujące zagadnienia z wykładów	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowo-informacyjny – metoda tradycyjna
N2 Laboratorium komputerowe z użyciem pakietu Matlab

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

[1] N. L. Bowers i inni, Actuarial Mathematics, The Society of Actuaries, Itasca, Illinois 1997.
--

[2] W. Ostasiewicz (red.), Metody aktuarialne, Wyd. AE Wrocław, 2000.

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

[1] S. Asmussen, Ruin Probabilities, World Scientific, 2000

[2] P. Cizek, W. Haerdle, R. Weron (red.), Statistical tools for finance and insurance, Springer, Berlin, 2011.

[3] W. Otto, Ubezpieczenia majątkowe - Część I - Teoria ryzyka, WNT, Warszawa, 2004.
--

[4] H. H. Panjer, G. E. Willmot, Insurance risk models, Society of Actuaries, 1992.

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

Dr hab. Krzysztof Burnecki (Krzysztof.Burnecki@pwr.wroc.pl)

Dr hab. Agnieszka Wylomańska (agnieszka.wylomanska@pwr.wroc.pl)

Nazwa przedmiotu w języku polskim	WYDZIAŁ MATEMATYKI
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	KARTA PRZEDMIOTU
Kierunek studiów	WSTĘP DO MATEMATYKI FINANSÓW
Specjalność	Introduction to the Mathematics of Finance
Stopień studiów i forma	Matematyka
Rodzaj przedmiotu	II stopień, stacjonarna
Kod przedmiotu	wybieralny
Grupa kursów	MAT001525WI
	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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Znajomość rachunku prawdopodobieństwa.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie pojęć i opanowanie wiedzy z dotyczącej podstaw matematyki finansowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 Zna podstawowe modele i metody matematyki finansowej PEU_W02 Zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej Z zakresu umiejętności student PEU_U01 Potrafi konstruować podstawowe modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce finansowej Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 Potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Instrumenty pochodne: kontrakty forward, futures i wymiany.	2
Wy2	Opcje: charakterystyka opcji, strategie opcyjnie, wycena opcji, implikowana zmienność, greckie wskaźniki.	4
Wy3	Wycena opcji na drzewkach: drzewka CRR, JR i "dokładne", drzewka dwumianowe dla	4

	opcji na akcje, waluty, kontrakty futures, strategie zabezpieczające, drzewka trójmianowe, opcje zależne od trajektorii.	
Wy4	Opcje zależne od trajektorii: opcje lookback, barierowe, azjatyckie.	2
Wy5	Monte Carlo (MC): schematy Eulera i Milsteina, redukcja wariancji (odbicia lustrzane, zmienne kontrolne), zmienne skorelowane, liczby quasi-losowe.	4
Wy6	Miary zagrożenia: VaR, Expected Shortfall.	2
Wy7	Schematy różnicowe: jawny, ukryty, Cranka-Nicolsona, hopscotch	4
Wy8	Metoda równiań różniczkowych cząstkowych.	6
Wy9	Test.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zgodna z zawartością tematyczną wykładu.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Laboratorium – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] A. Weron, R. Weron (1998, ..., 2009) Inżynieria finansowa, WNT.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] P. L. Bernstein (1997) Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka, WIG-Press. [2] J. H. Cochrane (2001) Asset Pricing, Princeton University Press. [3] J. Jakubowski, A. Palczewski, M. Rutkowski, Ł. Stettner (2003) Matematyka finansowa. Instrumenty pochodne, WNT. [4] D. Gałtarek, R. Maksymiuk, M. Krysiak, Ł. Witkowski (2001) Nowoczesne metody zarządzania ryzykiem finansowym, WIG-Press. [5] J. Hull (1998) Kontrakty terminowe i opcje. Wprowadzenie, WIG-Press. [6] M. Miller (1999) Merton Miller o instrumentach pochodnych, K.E. Liber. [7] P. Wilmott (2000) Paul Wilmott on Quantitative Finance, Wiley.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Rafał Weron (rafal.weron@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Ubezpieczenia życiowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Life Insurance
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001526Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Rachunek prawdopodobieństwa

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu ubezpieczeń życiowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki. PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki. Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie - historia ubezpieczeń, podstawowe pojęcia, aspekty prawne.	2
Wy2	Charakterystyka ubezpieczeń życiowych, rodzaje ubezpieczeń indywidualnych.	2
Wy3	Czas trwania życia.	3
Wy4	Analityczne prawa umieralności.	2
Wy5	Tablice trwania życia, umieralność w ułamkowej części roku.	3
Wy6	Jednorazowa składka netto w ubezpieczeniach płatnych na koniec roku śmierci.	2
Wy7	Jednorazowa składka netto w ubezpieczeniach płatnych w momencie śmierci.	2
Wy8	Renty życiowe.	4
Wy9	Roczna składka netto.	4
Wy10	Składki płacone częściej niż raz w roku.	2
Wy11	Rezerwy netto – prospektywna i retrospektywna.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Tematyka ćwiczeń związana jest z problemami omawianymi na wykładzie. Ponadto obejmuje zagadnienia takie jak: underwriting w ubezpieczeniach życiowych, indywidualny model ryzyka, teoretyczne własności składek, rozwiązywanie zadań z egzaminu na aktuarusza	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna, prezentacja multimedialna
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">[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] B. Błaszczyszyn, T. Rolski „Podstawy matematyki ubezpieczeń na życie”, WNT 2004. |
|---|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] E. Stroiński „Ubezpieczenia na życie”, LAM, Warszawa 1996.[2] M. Skalba „Ubezpieczenia na życie”, WNT 1999. |
|--|

<u>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</u>

Dr hab. Agnieszka Wylomańska (agnieszka.wylomanska@pwr.wroc.pl) Dr hab. Krzysztof Burnecki (Krzysztof.Burnecki@pwr.wroc.pl)
--

Nazwa przedmiotu w języku polskim	WYDZIAŁ MATEMATYKI
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	KARTA PRZEDMIOTU
Kierunek studiów	INŻYNIERIA FINANSOWA
Specjalność	Financial engineering
Stopień studiów i forma	Matematyka
Rodzaj przedmiotu	II stopień, stacjonarna
Kod przedmiotu	wybieralny
Grupa kursów	MAT001527Wc
	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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do Matematyki Finansów.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu matematyki finansowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z matematyki finansowej. PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce finansowej. Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Kombinacje kontraktów terminowych.	4
Wy2	Opcje zależne od czasu.	2
Wy3	Wycena opcji zależnych od trajektorii.	6
Wy4	Instrumenty egzotyczne.	2
Wy5	Alternatywne modele finansowe.	4
Wy6	Model Gerbera-Shiu.	2
Wy7	Model Hursta-Platena-Racheva.	2
Wy8	Modele samopodobne.	4
Wy9	Wycena z wykorzystaniem metody Monte Carlo.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie problemów ilustrujących tematykę prezentowaną na wykładzie.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
LITERATURA PODSTAWOWA:	
[1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT.	
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:	
[1] M. Musiela, M. Rutkowski (1997) Martingale methods in financial modelling, Springer.	

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr Joanna Janczura (Joanna.Janczura@pwr.wroc.pl)
Dr hab. Marcin Magdziarz (Marcin.Magdziarz@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	WYBRANE ASPEKTY UBEZPIECZEŃ I REASEKURACJI
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Selected Aspects Of Insurance And Reinsurance
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001528Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Ubezpieczenia życiowe

CELE PRZEDMIOTU
C1. Poznanie elementów zarządzania ryzykiem w firmach ubezpieczeniowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do wykładu, program, wymagania.	2
Wy2	Gospodarka finansowa zakładu ubezpieczeń (system Wyplacalność II).	2
Wy3	Rezerwy techniczno-ubezpieczeniowe w tym rezerwa IBNR.	4
Wy4	Rezerwy w ubezpieczeniach na życie (netto, brutto, Zillmera).	4
Wy5	Strata ubezpieczyciela (tw. Hattendorffa).	2
Wy6	Zysk techniczny i sposoby jego podziału.	2
Wy7	Ubezpieczenia na życie z funduszem inwestycyjnym.	2
Wy8	Ubezpieczenia „od wielu przyczyn”.	2
Wy9	Ubezpieczenia „na wiele żyć”.	2
Wy10	Matematyczna teoria planów emerytalnych.	4
Wy11	Alternatywne metody transferu ryzyka ubezpieczeniowego (ART).	2
Wy12	Wycena obligacji katastroficznych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Na ćwiczeniach rozwiązywane są listy zadań związane z tematyką wykładów. Zadania pochodzą z egzaminu na aktuarusza. Ponadto analizowane są elementy systemu Wyplacalność II w kontekście zarządzania ryzykiem w firmie ubezpieczeniowej.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_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] 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] C. D. Daykin i inni, „Practical risk theory for actuaries”, Chapman & Hall, London, 1996.
- [3] P. Embrechts i inni, „Modelling extremal events for insurance and finance”, Springer-Verlag, Berlin, 1997.

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

dr hab. Krzysztof Burnecki (krzysztof.burnecki@pwr.wroc.pl)

dr Marek Teuerle (marek.teuerle@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	ALGEBRA ABSTRAKCYJNA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Abstract algebra
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001529Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek macierzowy w zakresie kursu Algebra M1. 2. Zna przestrzenie liniowe w zakresie kursu Algebra M2. 3. Zna grupy, pierścienie i ciała w zakresie kursu Algebra M3.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych konstrukcji algebraicznych. C2 Nabycie umiejętności rozwiązywania równań diofantycznych. C3 Nabycie umiejętności wyznaczania reszt kwadratowych. C4 Poznanie podstawowych własności ciał Galois i ich zastosowań. C5 Nabycie umiejętności abstrakcyjnego myślenia. C6 Opanowanie umiejętności wykonywania abstrakcyjnych obliczeń.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe struktury algebraiczne PEU_W02 zna podstawowe zastosowania abstrakcyjnych struktur algebraicznych Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi rozpoznawać podstawowe struktury algebraiczne PEU_U02 potrafi wskazywać analogie (izomorfizmy) między różnymi strukturami algebraicznymi oraz wykorzystywać to PEU_U03 potrafi rozwiązywać równania diofantyczne. PEU_U04 potrafi budować modele abstrakcyjne odpowiadające napotkanym zjawiskom

PEU_U05 potrafi formułować zagadnienia w postaci abstrakcyjnej i je analizować
 PEU_U06 potrafi przeprowadzać rozważania abstrakcyjne

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi docierać do literatury naukowej i ją wykorzystywać

PEU_K02 potrafi współpracować z grupą osób pracujących nad danym problemem

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Elementy algebry uniwersalnej. Klasy równościowe definiowalne. Algebry wolne.	4
Wy2	Elementy teorii krat. Kongruencje. Algebry ilorazowe.	4
Wy3	p-grupy. Twierdzenia Sylowa. Grupy rozwiązalne.	4
Wy4	Pierścienie euklidesowe. Równania diofantyczne.	6
Wy5	Rozwiązywanie kongruencji liczbowych. Reszty kwadratowe.	4
Wy6	Elementy teorii ciał. Ciała Galois. Rozszerzenia pierwiastnikowe.	4
Wy7	Iloczyny tensorowe przestrzeni liniowych. Przestrzenie tensorowe. Algebry tensorowe. Orientacja.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Klasy równościowo definiowalne	2
Ćw2	Kraty	2
Ćw3	Kongruencje i algebry ilorazowe	2
Ćw4	p-grupy	2
Ćw5	Pierścienie euklidesowe	4
Ćw6	Rozwiązywanie równań diofantycznych	2
Ćw7	Rozwiązywanie kongruencji liczbowych	4
Ćw8	Rozszerzenia ciał	6
Ćw9	Iloczyny tensorowe	4
Ćw10	Zaliczenie	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy prowadzony tradycyjną metodą.
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.
N3 Konsultacje – według zapotrzebowania studenta.
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu

semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru		uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U06 PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_K01 PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] A. Białynicki-Birula, Algebra, PWN 1971. [2] A. Białynicki-Birula, Zarys algebry, PWN 1987. [3] M. Bryński, Elementy teorii Alois, Alfa, Warszawa 1985. [4] J. Komorowski, Od liczb zespolonych do tensorów, spinorów, algebr liego i kwadryk, PWN 1978. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. Bewersdorff, Galois theory for beginners, AMS 2006. [2] A. I. Kostrikin, Wstęp do algebry, PWN, Warszawa 1982. [3] I. M. Gelfand, Wykłady z algebry liniowej, PWN 1975. [4] S. Lang, Algebra, Addison-Wesley (third edition) 1992.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Wiesław Dudek(wieslaw.dudek@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	GEOMETRIA I TOPOLOGIA RÓŻNICZKOWA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Differential geometry and topology
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001530Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Analiza matematyczna: rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych, pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa, macierz Jacobiego i jacobian, reguła łańcucha dla odwzorowań wektorowych, pola wektorowe, twierdzenie o funkcji uwikłanej. 2. Algebra liniowa: przestrzenie liniowe, przekształcenia liniowe, operatory liniowe i ich niezmienniki, iloczyn skalarny i wektorowy oraz ich własności, tensory i produkt tensorowy, wyznaczniki. 3. Topologia: przestrzeń topologiczna, przestrzeń Hausdorffa, podstawowe własności odwzorowań ciągłych i homeomorfizmów. 4. Równania różniczkowe zwyczajne: twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań równania różniczkowego, równania różniczkowe zwyczajne pierwszego i drugiego rzędu, równania różniczkowe liniowe, układy równań różniczkowych zwyczajnych.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie pojęcia i przykładów różnorodności różniczkowych. Pojęcia związane z różnorodnościami różniczkowymi: wektor styczny, pole wektorowe, pole tensorowe. C2 Opanowanie teorii koneksji liniowej. Poznanie własności operacji wykonywanych przy pomocy koneksji liniowej: pochodna kowariantna pola wektorowego i pola tensorowego, pochodna wzdłuż krzywej, przeniesienie równoległe wzdłuż krzywej. Geodezyjna i jej własności. Torsja i krzywizna koneksji. C3 Poznanie podstaw teorii różnorodności riemannowskich i pseudoriemannowskich. Najważniejsze typy różnorodności riemannowskich: płaskie, o stałej krzywiznie, Einsteina.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna pojęcie i przykłady rozmaiwości różniczkowych; zna definicję wektora stycznego, pola wektorowego, pola tensorowego

PEU_W02 opanował podstawy teorii koneksji liniowej; zna definicje i interpretacje torsji i krzywizny koneksji; potrafi definiować pochodną kowariantną i przeniesienie równoległe wzdłuż krzywej

PEU_W03 poznał podstawy teorii rozmaiwości riemannowskich i pseudoriemannowskich; potrafi wymienić podstawowe typy rozmaiwości Riemanna, podać ich własności i przykłady

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi wykonywać podstawowe operacje na wektorach, polach wektorowych i polach tensorowych na rozmaiwościach różniczkowych

PEU_U02 rozwiązuje zadania związane z wyznaczaniem własności koneksji liniowej; umie wyznaczać geodezyjne; umie opisywać operację przeniesienia równoległego

PEU_U03 potrafi wykonywać podstawowe operacje analityczne i algebraiczne na obiektach geometrycznych (krzywizna Riemanna, krzywizna Ricciiego, itp.) związanych z rozmaiwościami riemannowskimi i pseudoriemannowskimi; potrafi badać zależności pomiędzy różnymi typami rozmaiwości

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 szczegółowo analizuje problem i stosuje we właściwy sposób odpowiednie dla danego zadania lub problemu metody

PEU_K02 pogłębia świadomość obowiązku systematycznej pracy

PEU_K03 rozwija umiejętność precyzyjnego wystawiania i zdolność przekazywania informacji grupie

PEU_K04 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienia i uzupełnienia. Podstawowe pojęcia topologii ogólnej: przestrzeń topologiczna, przestrzeń Hausdorffa, morfizmy przestrzeni topologicznych, homomorfizmy. Twierdzenie o funkcji odwrotnej wielu zmiennych (tw. o jacobianie). Pojęcie tensora i operacji na tensorach.	2
Wy2	Rozmaiwość różniczkowa, mapa, atlas, atlas maksymalny. Podstawowe przykłady rozmaiwości różniczkowych, w tym sfera. Produkt kartezjański rozmaiwości różniczkowych. Odwzorowania różniczkowalne, dyfeomorfizmy.	2
Wy3	Przestrzeń styczna do rozmaiwości: wektor styczny do rozmaiwości, procedura zadawania struktury przestrzeni liniowej w przestrzeni stycznej. Przestrzeń styczna do produktu rozmaiwości. Różniczka odwzorowania rozmaiwości. Wektor styczny jako operator różniczkowy działający na funkcjach.	4
Wy4	Pola wektorowe na rozmaiwości. Pola wektorowe jako operator różniczkowy działający na funkcjach gładkich. Baza lokalna pól wektorowych. Przenoszenie pól wektorowych przy pomocy odwzorowania. Potok generowany przez pola wektorowe.	4
Wy5	Pola tensorowe na rozmaiwości. Orientacja rozmaiwości. Istnienie elementu objętości na rozmaiwości a orientacja.	2
Wy6	Koneksja liniowa (afiniczna). Torsja koneksji i jej własności. Krzywizna koneksji i jej własności. Torsja i krzywizna w lokalnych współrzędnych. Przykłady koneksji.	4
Wy7	Pochodna kowariantna wzdłuż krzywej. Przeniesienie równoległe wzdłuż krzywej. Geodezyjne i ich własności. Przykłady geodezyjnych.	3
Wy8	Pochodna kowariantna pola tensorowego. Pierwsza i druga tożsamość Bianchiego.	2

Wy9	Metryki riemannowskie i pseudoriemannowskie na rozmaitości. Parazwartość a istnienie metryki riemannowskiej (informacja). Koneksja Levi-Civita (Riemanna). Symbole Christoffela. Przeniesienie równoległe jest izometrią.	3
Wy10	Własności algebraiczne tensorów typu krzywiznowego. Sekcja i krzywizna sekcyjna. Przestrzenie o stałej krzywiznie. Twierdzenie Schura. Przykłady: płaska metryka w R^n , sfera, półprzestrzeń Poincaré'ego.	2
Wy11	Krzywizna Ricciego i krzywizna skalarna. Rozmaitości Einsteina. Podrozmaitości Riemanna. Metryka produktowa.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- Ćw15	Rozwiązywanie problemów związanych z tematyką wykładu.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład w formie tradycyjnej. N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe w formie tradycyjnej. N3 Konsultacje. N4 Demonstracje programów komputerowych obliczających wybrane obiekty geometryczne związane z koneksjami liniowymi i metrykami riemannowskimi. N5 Kolokwia pisemne sprawdzające nabytą wiedzę oraz umiejętności.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
P=F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] J. Gancarzewicz i B. Opozda, Wstęp do geometrii różniczkowej, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2003.[2] J. M. Lee, Riemannian Manifolds (An Introduction to Curvature), Springer-Verlag, New York, 1997.[3] W. Kühnel, Differential Geometry, Curves-Surfaces-Manifolds, Student Mathematical Library Vol. 16, American Mathematical Society, 2006. |
|--|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">[1] L. Auslander i R.E. MacKenzie, Rozmaitości różniczkowalne, PWN, Warszawa, 1966.[2] R. Duda, Wprowadzenie do topologii, PWN, Warszawa, 1986.[3] J. Gancarzewicz, Geometria różniczkowa, PWN, Warszawa, 1987.[4] P. Petersen, Riemannian Geometry, Springer-Verlag, New York, 1998.[5] F.W. Warner, Foundations of Differential Geometry and Lie Groups, Springer-Verlag, New York, 1983. |
|---|

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

Dr Karina Olszak (karina.olszak@pwr.wroc.pl)

Dr hab. Marian Hotłoś (marian.hotlos@pwr.edu.pl)
--

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	MODELE LINOWE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Linear Models
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001531WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do Statystyki Matematycznej 2. Statystyka Matematyczna

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych twierdzeń i metod dotyczących estymacji i testowania hipotez w ogólnym modelu liniowym. C2 Nabycie praktycznej umiejętności wykorzystania poznanych procedur estymacji i testowania hipotez w ogólnym modelu liniowym do analizy w modelach regresji liniowej. C3 Nabycie umiejętności wykorzystania ogólnych twierdzeń dotyczących wnioskowania statystycznego w ogólnym modelu liniowym do analizy wariancji i wielokrotnych porównań Scheffego, Bonferroniego, Tukeya, Newman-Keulsa i Duncana. C4 Poznanie metod wnioskowań w uogólnionym modelu liniowym i w jego szczególnych przypadkach ważnych w praktyce (model logistyczny, log-liniowy, probitowy). C5 Stosowanie poznanej wiedzy do tworzenia i analizy modeli statystycznych w celu rozwiązywania zagadnień teoretycznych i praktycznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe twierdzenia i metody dotyczące estymacji w ogólnym modelu liniowym i jego szczególnych przypadkach ważnych w praktyce PEU_W02 zna podstawowe twierdzenia i metody dotyczące testowania hipotez w ogólnym modelu liniowym i jego szczególnych przypadkach ważnych w praktyce

PEU_W03 zna metody wielokrotnych porównań: Scheffego, Bonferroniego, Tukeya, Newmana-Keulsa i Duncana.
 PEU_W04 zna metody wnioskowań w uogólnionym modelu liniowym
 PEU_W05 zna metody wyboru zmiennych do modelu statystycznego

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi wykorzystywać praktycznie poznane procedury estymacji i testowania hipotez w ogólnym modelu liniowym i jego szczególnych przypadkach ważnych w praktyce przy wspomaganiu profesjonalnych komputerowych pakietów statystycznych

PEU_U02 potrafi wykorzystywać praktycznie poznane procedury wielokrotnych porównań przy wspomaganiu profesjonalnych komputerowych pakietów statystycznych

PEU_U03 potrafi wykorzystywać praktycznie poznane procedury wnioskowania statystycznego w uogólnionych modelach przy wspomaganiu profesjonalnych komputerowych pakietów statystycznych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólny model liniowy (model liniowy Gaussa-Markowa).	2
Wy2	Estymatory parametrów modelu. Problem identyfikowalności i estymowalności.	2
Wy3	Estymacja liniowych funkcji parametrów modelu. Twierdzenie Gaussa-Markowa.	2
Wy4	Własności estymatorów parametrów modelu z wektorem błędów o rozkładzie normalnym.	2
Wy5	Test i obszar ufności dla wektorowej funkcji liniowej.	2
Wy6	Testy dla współczynników wielokrotnej regresji liniowej.	2
Wy7	Ogólne podejście do regresji. Współczynniki korelacji cząstkowej.	2
Wy8	Korelacja w regresji liniowej. Współczynnik korelacji cząstkowej z próby.	2
Wy9	Jednoczynnikowa analiza wariancji jako szczególny przypadek ogólnego modelu liniowego.	2
Wy10	Wieloczynnikowa analiza wariancji.	2
Wy11	Metody wielokrotnych porównań: Scheffego, Bonferroniego, Tukeya, Newmana-Keulsa i Duncana.	4
Wy12	Uogólniony model liniowy. Model logistyczny, log-liniowy, probitowy.	4
Wy13	Estymacja bayesowska w ogólnych modelach liniowych.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Dane do analizy regresji. Dane nieeksperymentalne i dane eksperymentalne.	2
Lab2	Prosta regresja liniowa.	2
Lab3	Badanie odchylenia od modelu w oparciu o analizę reszt.	2
Lab4	Wielokrotna regresja liniowa.	2
Lab5	Analiza reszt w wielokrotnej analizie regresji.	2
Lab6	Testowanie hipotez dotyczących współczynników wielokrotnej regresji liniowej.	2

Lab7	Zagadnienie braku dopasowania. Analiza korelacji.	2
Lab8	Jednoczynnikowa analiza wariancji.	2
Lab9	Dwuczynnikowa analiza wariancji bez interakcji.	2
Lab10	Dwuczynnikowa analiza wariancji z interakcjami.	2
Lab11	Metody wielokrotnych porównań: Scheffego, Bonferroniego, Tukeya, Newman-Keulsa i Duncana.	4
Lab12	Model logistyczny, log-liniowy, probitowy.	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna i częściowo prezentacja multimedialna
N2 Laboratorium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01- PEU_U03	Odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01- PEU_W05	Kolokwium zaliczeniowe
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Christensen R. Plane Answers to Complex Questions. The Theory of Linear Models. Springer 2002.
- [2] Greń J. Statystyka matematyczna. Podręcznik programowany. PWN, Warszawa 1987.
- [3] Bethea R. M., Duran B. S., Boullion T. L. Statistical Methods for Engineers and Scientists. Marcel Dekker, 1985.
- [4] Krysicki, Bartos, Dyczka, Królikowska, Wasilewski Rachunek prawdop. i statystyka mat. w zadaniach. Część II. Statystyka matematyczna. PWN, Warszawa 1986.
- [5] Magiera R. Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne. GiS, Wrocław 2007.
- [6] Greń J. Statystyka matematyczna. Modele i zadania. PWN, Warszawa, 1974.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Rao, C.R. Modele liniowe statystyki matematycznej. PWN, Warszawa, 1982.
- [2] Neter J., Wasserman W., Kutner M. H. Applied Linear Models. IRWIN, Burr Ridge 1989.
- [3] G. C. Chow. Ekonometria. PWN, Warszawa, 1995.

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

Dr hab. Alicja Jokił-Rokita (alicia.jokiel-rokita@pwr.wroc.pl)
Dr hab. Maciej Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Statystyka Nieparametryczna
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Nonparametric Statistics
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Poziom i forma studiów	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001532WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do Statystyki Matematycznej

CELE PRZEDMIOTU
C1 Opanowanie podstawowych pojęć dotyczącej testów permutacyjnych i testów rangowych. C2 Nabycie umiejętności weryfikacji hipotez o jednakowości rozkładów, symetrii i niezależności za pomocą testów permutacyjnych oraz testów rangowych. C3 Poznanie najważniejszych metod wykorzystywanych w regresji nieparametrycznej. C4 Zaznajomienie się z własnościami U-statystyk. C5 Poznanie podstawowych własności estymatorów plug-in. C6 Stosowanie nabytej wiedzy do przeprowadzania wnioskowania statystycznego w modelach nieparametrycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 sposoby weryfikacji hipotez statystycznych za pomocą testów permutacyjnych i testów rangowych, PEU_W02 metody wykorzystywane w regresji nieparametrycznej, PEU_W03 sposoby estymacji, gdy liczba parametrów jest znacznie większa od rozmiaru próby, PEU_W04 metody konstrukcji U-statystyk oraz podstawowe własności tych estymatorów, PEU_W05 estymatory typu plug-in i podstawowe twierdzenia dotyczące własności funkcjonalów statystycznych. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 stosować testy permutacyjne oraz testy rangowe do weryfikacji hipotez o jednakowości rozkładów,

symetrii i niezależności,
 PEU_U02 przeprowadzać estymację w modelu regresji nieparametrycznej, wykorzystując wielomiany lokalne, regularyzację, funkcje sklepane i falki,
 PEU_U03 estymować parametry modelu, gdy liczba tych parametrów jest większa od rozmiaru próby,
 PEU_U04 wykorzystywać U-statystyki do konstrukcji estymatorów nieobciążonych,
 PEU_U05 posługiwać się funkcjonalami statystycznymi do rozwiązywania zagadnień estymacji nieparametrycznej.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Centralne twierdzenia graniczne dla losowania z populacji skończo-nych. Rozkład asymptotyczny statystyki Wilcozona sumy rang.	2
Wy2	Testy permutacyjne: weryfikacja hipotez o jednakowości rozkładów, o symetrii rozkładu i o niezależności rozkładów.	2
Wy3	Testy rangowe: funkcje krytyczne testów rangowych, wartości oczekiwane i wariancje liniowych statystyk rangowych.	2
Wy4	Testy rangowe w problemie dwóch prób: testy Wilcozona, Fishera-Yatesa-Terry-Hoeffdinga, van der Waerdena i mediany dla parametru położenia oraz testy Capona, Ansari-Bradleya, Klotza i Savage'a dla parametru skali.	4
Wy5	Rangowe testy niezależności: testy Fishera-Yatesa i van der Waerdena, współczynniki korelacji Spearmana i Kendalla i adaptacyjny test rangowy niezależności.	2
Wy6	Regresja nieparametryczna: wielomiany lokalne, regularyzacja, funkcje sklepane, falki Haara.	8
Wy7	U-statystyki: konstrukcja, wariancje U-statystyk, metoda rzutowania i rozkłady graniczne U-statystyk.	6
Wy8	Funkcjonały statystyczne: estymatory plug-in, funkcjonały liniowe, funkcja wpływu, różniczkowalność funkcjonałów statystycznych (pochodne Gateaux, Hadamarda i Frecheta), rozkłady graniczne funkcjonałów statystycznych, L-, M- i R-estymatory.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Porównanie testów t-Studenta, znaków i rangowanych znaków Wilcozona.	2
Lab2	Analiza własności testów permutacyjnych wykorzystywanych do weryfikacji hipotez o jednakowości rozkładów, symetrii i niezależności.	4
Lab3	Badanie własności liniowych testów rangowych dla parametru położenia w problemie dwóch prób (testy Wilcozona, Fishera-Yatesa-Terry-Hoeffdinga, van der Waerdena i mediany).	4
Lab4	Badanie własności liniowych testów rangowych dla parametru skali w problemie dwóch prób (testy Capona, Ansari-Bradleya, Klotza i Savage'a).	2

Lab5	Porównywanie rangowych testów niezależności (testy Fishera-Yatesa, van der Waerdena i testy oparte na współczynnikach korelacji Spearmana i Kendalla).	2
Lab6	Estymacja w modelu regresji nieparametrycznej za pomocą wielomianów lokalnych, regularyzacji, funkcji sklepanych oraz falek Haara.	8
Lab7	Badanie asymptotycznych rozkładów U-statystyk.	4
Lab8	Badanie własności estymatorów plug-in.	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna.

N2 Laboratorium – wykonywanie symulacji komputerowych w celu zbadania podstawowych własności wybranych metod nieparametrycznych..

N3 Konsultacje.

N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratoriów.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_K02.	Raporty z symulacji komputerowych, przeprowadzonych w czasie laboratoriów.
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_W05, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
$P=0.4 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Hajek, Z. Sidak, P.K. Sen. (1999). Theory of Rank Tests. Academic Press (second edition).
- [2] J. Shao (2003). Mathematical Statistics. Springer (second edition).
- [3] E. Lehmann, J.P. Romano (2005). Testing Statistical Hypothesis. Springer (third edition).
- [4] L. Wasserman (2006). All of Nonparametric Statistics. Springer Science+Business Media, Inc.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. Lehmann (1998). Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks. Prentice Hall (revised first edition).

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

Dr hab. Maciej Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	ANALIZA DANYCH ANKIETOWYCH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Categorical Data Analysis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001533WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do statystyki matematycznej

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie modeli log-liniowych dla danych wielomianowych i produktu danych wielomianowych
C2 Nabycie umiejętności wyboru modelu log-liniowego do danych.
C3 Poznanie modeli log-liniowych dla zmiennych porządkowych.
C4 Nabycie umiejętności wyboru modelu log-liniowego dla zmiennych porządkowych.
C5 Poznanie modeli regresji dla danych wielomianowych.
C6 Nabycie umiejętności wyboru modelu regresji dla danych wielomianowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna modele log-liniowe dla danych wielomianowych i produktu danych wielomianowych. PEU_W02 zna modele log-liniowe dla danych porządkowych. PEU_W03 zna modele regresji dla danych wielomianowych.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi dokonać wyboru odpowiedniego modelu log-liniowego do danych. PEU_U02 potrafi dokonać wyboru odpowiedniego modelu log-liniowego dla zmiennych porządkowych. PEU_U03 potrafi dokonać wyboru odpowiedniego modelu regresji dla danych wielomianowych.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy. PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Modele log-liniowe (hierarchicznie uporządkowane, graficzne i dokładne) dla danych wielomianowych i produktu danych wielomianowych i ich interpretacja.	4
Wy2	Estymacja parametrów modeli log-liniowych dla danych wielomianowych i produktu danych wielomianowych.	2
Wy3	Test ilorazu wiarygodności i jego zastosowanie do weryfikacji hipotez dotyczących współczynników modelu log-liniowego.	2
Wy4	Wybór modelu. Testy rzędu i testy interakcji.	4
Wy5	Modele log-liniowe dla zmiennych porządkowych.	2
Wy6	Testowanie niezależności dla zmiennej porządkowej.	2
Wy7	Wybór modelu dla zmiennych porządkowych.	2
Wy8	Modele regresji dla danych wielomianowych.	4
Wy9	Wybór modelu regresji dla danych wielomianowych.	2
Wy10	Wnioskowania statystyczne dla modelu łańcucha Markowa w oparciu o model log-liniowy.	2
Wy11	Wnioskowanie bayesowskie dla danych dyskretnych.	4
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Podstawowe wiadomości o komputerowych pakietach statystycznych. Wprowadzanie danych i ich modyfikacja.	2
Lab2	Ilustracja graficzna danych z rozkładu wielomianowego i produktu danych wielomianowych.	2
Lab3	Estymacja parametrów modeli log-liniowych dla danych wielomianowych i produktu danych wielomianowych w wybranym pakiecie statystycznym. Interpretacja wyników.	2
Lab4	Testowanie hipotez dotyczących parametrów modelu log-liniowego. Interpretacja uzyskanych wyników.	2
Lab5	Wybór modelu log-liniowego do danych rzeczywistych.	2
Lab6	Sprawozdanie 1.	2
Lab7	Ilustracja graficzna danych z rozkładu dyskretnego porządkowego.	2
Lab8	Estymacja modelu log-liniowego dla zmiennych porządkowych i jego interpretacja.	2
Lab9	Testowanie niezależności dla zmiennej porządkowej.	2
Lab10	Wybór modelu dla zmiennych porządkowych.	4
Lab11	Sprawozdanie 2.	2
Lab12	Dopasowanie modelu regresji dla danych wielomianowych i jego interpretacja.	2

Lab13	Testowanie hipotez dotyczących współczynników regresji dla danych wielomianowych.	2
Lab14	Wybór modelu regresji dla danych wielomianowych i interpretacja wybranego modelu.	2
Lab15	Sprawozdanie 3.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna.
N2 Laboratorium.
N3 Konsultacje.
N4 Praca własna studenta – przygotowanie raportów z analizy danych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01, PEU_K02,	Odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01, PEU_K02	Test
$P = 0,6 \cdot F1 + 0,4 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Agresti A. Categorical Data Analysis. John Wiley & Sons, New York, 1990.
- [2] Christensen R. Log-Linear Models. Springer-Verlag, New York, 1990.
- [3] Santner T. J., Duffy D. E. The Statistical Analysis of Discrete Data. Springer-Verlag, New York, 1989.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Collet D. Modelling Binary Data. Chapman & Hall, New York, 1991.
- [2] Sheskin D. J. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. Chapman & Hall/CRC, New York, 2000.
- [3] Magiera Ryszard. Modele i metody statystyki matematycznej. Część II Wnioskowanie statystyczne. GIS 2007.

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

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	STATYSTYKA PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH I PÓŁ LOSOWYCH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Statistics of Stochastic Processes and Random Fields
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001534WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z rachunku prawdopodobieństwa. 2. Zna elementy statystyki matematycznej. 3. Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii procesów stochastycznych.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Opanowanie podstawowej wiedzy dotyczącej modeli procesów punktowych i ich charakterystyki. C2 Poznanie nieparametrycznej metody estymacji skumulowanej funkcji intensywności – estymator Nelsona-Aalena. C3 Poznanie nieparametrycznej metody estymacji dystrybuanty rozkładu w warunkach cenzurowania obserwacji – estymator Kaplana-Meiera. C4 Poznanie nieparametrycznej jądrowej metody estymacji funkcji intensywności w modelu multiplikatywnym procesu punktowego. C5 Poznanie parametrycznej oraz nieparametrycznej wersji (metoda sita) metody największej wiarygodności dla procesów punktowych oraz procesów dyfuzyjnych. C6 Poznanie twierdzeń dotyczących asymptotycznych własności nieparametrycznych metod estymacji dla procesów punktowych oraz procesów dyfuzyjnych. C7 Poznanie modeli liniowej regresji i autoregresji pól losowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
--

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe modele procesów punktowych oraz ich charakteryzację

PEU_W02 zna nieparametryczny estymator Nelsona-Aalena skumulowanej funkcji intensywności procesu punktowego z modelu multiplikatywnego.

PEU_W03 zna nieparametryczny estymator Kaplana-Meiera dystrybucyjny rozkładu w warunkach cenzurowania obserwacji.

PEU_W04 zna nieparametryczne metody estymacji jądrowej funkcji intensywności w modelu multiplikatywnym procesu punktowego.

PEU_W05 zna parametryczną oraz nieparametryczną wersję (metoda sita) metody największej wiarygodności dla procesów punktowych oraz procesów dyfuzyjnych.

PEU_W06 zna twierdzenia dotyczące asymptotycznych własności nieparametrycznych metod estymacji dla procesów punktowych oraz procesów dyfuzyjnych.

PEU_W07 zna podstawowe modele liniowej regresji i autoregresji pól losowych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi przeprowadzić symulacje niejednorodnego procesu Poissona różnymi metodami wraz z analizą symulacyjną własności nieparametrycznego estymatora funkcji intensywności niejednorodnego procesu Poissona.

PEU_U02 potrafi przeprowadzić analizę symulacyjną problemu wyboru parametru szerokości okna dla jądrowego estymatora funkcji intensywności niejednorodnego procesu Poissona.

PEU_U03 potrafi przeprowadzić konstrukcję i analizę symulacyjną asymptotycznych przedziałów ufności dla skumulowanej funkcji hazardu w warunkach cenzurowania obserwacji oraz asymptotycznych przedziałów ufności dla skumulowanej funkcji hazardu w warunkach cenzurowania obserwacji z wykorzystaniem metody bootstrap.

PEU_U04 potrafi przeprowadzić konstrukcję i analizę symulacyjną własności estymatora jądrowego Ramlau-Hansena funkcji intensywności oraz estymatora skonstruowanego metodą sita Grenandera.

PEU_U05 potrafi przeprowadzić analizę symulacyjną modeli liniowej regresji i autoregresji pól losowych.

PEU_U06 potrafi uzasadnić własności stosowanych procedur statystycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEU_K02 potrafi poprawnie referować i przedstawiać rezultaty rozwiązywanych problemów.

PEU_K03 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Procesy punktowe. Przykłady. Procesy przewidywalne. Twierdzenia charakteryzujące procesy przewidywalne.	2
Wy2	Twierdzenie o rozkładzie Dooba-Meyera submartyngału. Model multiplikatywny Aalena. Przykłady. Model obserwacji cenzurowanych.	2
Wy3	Estymator Nelsona-Aalena skumulowanej funkcji intensywności. Własności asymptotyczne.	4
Wy4	Estymator Kaplana-Meiera dystrybucyjny rozkładu w warunkach cenzurowania obserwacji.	2
Wy5	Jądrowy estymator Ramlau-Hansena funkcji intensywności w modelu multiplikatywnym. Własności asymptotyczne.	4
Wy6	Estymacja największej wiarygodności w modelu multiplikatywnym Aalena. Metoda sita.	2
Wy7	Procesy dyfuzyjne. Estymacja metodą największej wiarygodności dla procesów dyfuzyjnych.	5
Wy8	Estymacja nieparametryczna dla procesów dyfuzyjnych. Metoda sita.	5
Wy9	Modele liniowej regresji i autoregresji pól losowych.	4

	Suma godzin	30
--	-------------	----

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Metody symulacji niejednorodnego procesu Poissona. Metoda "thinning".	4
Lab2	Analiza symulacyjna własności nieparametrycznego estymatora funkcji intensywności niejednorodnego procesu Poissona.	4
Lab3	Wybór parametru szerokości okna dla jądrowego estymatora funkcji intensywności niejednorodnego procesu Poissona.	6
Lab4	Asymptotyczne przedziały ufności dla skumulowanej funkcji hazardu w warunkach cenzurowania obserwacji.	4
Lab5	Zastosowanie metody bootstrap do konstrukcji asymptotycznych przedziałów ufności dla skumulowanej funkcji hazardu w warunkach cenzurowania obserwacji.	6
Lab6	Estymator jądrowy Ramlau-Hansena funkcji intensywności. Porównanie z estymatorem skonstruowanym metoda sita Grenandera.	4
Lab7	Modele liniowej regresji i autoregresji pól losowych.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej.
N3 Konsultacje.
N4 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń problemowo rachunkowych oraz laboratoryjnych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Odpowiedzi ustne, referaty, sprawozdania z zadań laboratoryjnych.
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.

$$P = 75\% \cdot F1 + 25\% \cdot F2$$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Andersen, P. K., Borgan, O., Gill, R., and Keiding, N., Statistical Models Based on Counting Processes., Springer-Verlag, New York.
2. N. Cressie, Statistics for Spatial Data.
3. T. Fleming, D. Harrington, Counting Processes and Surviving Analysis.
4. L. S. Prakasa Rao, Semimartingales and their Statistical Inference.
5. R. Liptser, A Szirajew, Statystyka Procesów Stochastycznych.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- I. W czasie wykładu będą przekazywane studentom tytuły artykułów naukowych dotyczących wykładanej tematyki

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

Agnieszka Wyłomańska, Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl

Adam Zagdański, Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Teoria Estymacji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Estimation Theory
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001535WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Rachunek prawdopodobieństwa 2. Statystyka matematyczna

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie metody nieparametrycznej estymacji parametrów rozkładu prawdopodobieństwa typu plug-in oraz metody bootstrap z jej zastosowaniem do estymacji obciążenia oraz błędu standardowego estymatora. C2 Opanowanie podstawowych metod konstrukcji kwantylowych bootstrapowych przedziałów ufności oraz t-bootstrapowych przedziałów ufności. C3 Poznanie podstawowych metod estymacji parametrycznej i nieparametrycznej funkcji regresji jak: estymacja typu plug-in, estymacja metodą najmniejszych kwadratów w modelach liniowych, algorytm loess, metoda bootstrap w modelach regresji. C4 Poznanie nieparametrycznej jądrowej metody estymacji gęstości prawdopodobieństwa oraz funkcji intensywności awarii (funkcji hazardu) wraz z zastosowaniem tej metody do bootstrapu wygładzonego. C5 Poznanie metod wyboru parametru szerokości okna w estymatorze jądrowym gęstości prawdopodobieństwa. C6 Poznanie nieparametrycznej metody estymacji gęstości prawdopodobieństwa w oparciu o układ ortonormalny w L2. C7 Poznanie nieparametrycznej jądrowej metody estymacji funkcji regresji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe metody nieparametrycznej estymacji parametrów rozkładu prawdopodobieństwa typu plug-in oraz metody bootstrap z jej zastosowaniem do estymacji obciążenia oraz błędu standardowego estymatora.

PEU_W02 zna podstawowe metody konstrukcji kwantylowych bootstrapowych przedziałów ufności oraz t-bootstrapowych przedziałów ufności.

PEU_W03 zna podstawowe metody estymacji parametrycznej i nieparametrycznej funkcji regresji jak: estymacja typu plug-in, estymacja metodą najmniejszych kwadratów w modelach liniowych, algorytm loess, metoda bootstrap w modelach regresji.

PEU_W04 zna metody nieparametrycznej jądrowej estymacji gęstości prawdopodobieństwa oraz funkcji intensywności awarii (funkcji hazardu) wraz z zastosowaniem tej metody do bootstrapu wygładzonego.

PEU_W05 zna metody wyboru parametru szerokości okna w estymatorze jądrowym gęstości prawdopodobieństwa.

PEU_W06 zna metody estymacji gęstości prawdopodobieństwa w oparciu o układ ortonormalny w L2.

PEU_W07 zna metody nieparametrycznej jądrowej estymacji funkcji regresji.

PEU_W08 zna twierdzenia dotyczących problematyki zgodności metody bootstrap.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi przeprowadzić procedurę estymacji parametrycznej i nieparametrycznej rozkładu prawdopodobieństwa oraz funkcji hazardu.

PEU_U02 potrafi przeprowadzić procedurę estymacji parametrycznej i nieparametrycznej dla modeli regresji.

PEU_U03 potrafi przeprowadzić konstrukcję przedziałów ufności z wykorzystaniem metody bootstrap.

PEU_U04 potrafi przeprowadzić analizę symulacyjną związaną z estymacją, weryfikacją hipotez, identyfikacją i doбором modelu statystycznego.

PEU_U05 potrafi uzasadnić własności stosowanych procedur statystycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEU_K02 potrafi poprawnie referować i przedstawiać rezultaty rozwiązywanych problemów.

PEU_K03 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Opis metody bootstrap. Estymacja metodą plug-in. Estymacja obciążenia estymatora metodą bootstrap. Estymacja błędu standardowego estymatora metodą bootstrap. Bootstrap parametryczny.	2
Wy2	Estymator typu plug-in kwantyla rozkładu prawdopodobieństwa. Kwantylowe bootstrapowe przedziały ufności.	2
Wy3	t-bootstrapowe przedziały ufności.	2
Wy4	Konstrukcja estymatora typu plug-in dla funkcji regresji. Estymacja metodą najmniejszych kwadratów i algorytm loess w estymacji funkcji regresji.	2
Wy5	Modele liniowe. Konstrukcja estymatora parametru wektorowego w modelu liniowym metodą najmniejszych kwadratów. Dowód twierdzenia, że estymator Gaussa-Markowa jest estymatorem o minimalnej macierzy kowariancji w klasie liniowych estymatorów nieobciążonych.	2
Wy6	Dowód twierdzenia Gaussa-Markowa. Konstrukcja nieobciążonego estymatora wariancji współrzędnych wektora zaburzeń w modelu liniowym. Zastosowanie metody bootstrap w modelach liniowych.	2
Wy7	Nieparametryczna estymacja gęstości prawdopodobieństwa. Konstrukcja estymatora jądrowego Rosenblatt-Parzena. Asymptotyczna nieobciążoność. Asymptotyka wariancji estymatora Rosenblatt-Parzena. Zgodność.	2

Wy8	Asymptotyczna normalność estymatora Rosenblatta-Parzena. Asymptotyczne przedziały ufności dla gęstości prawdopodobieństwa. Wygładzony estymator dystrybucyjny.	2
Wy9	Funkcja hazardu, intensywności awarii. Konstrukcja estymatora funkcji hazardu z zastosowaniem estymatora Rosenblatta-Parzena. Własności asymptotyczne skonstruowanego estymatora.	2
Wy10	Metody wyboru parametru szerokości okna w estymatorze Rosenblatta-Parzena. Metoda bootstrapu wygładzonego.	2
Wy11	Nieparametryczna estymacja wielowymiarowej gęstości prawdopodobieństwa. Konstrukcja estymatora gęstości w oparciu o układ ortonormalny w L2. Dowód twierdzenia o zgodności.	2
Wy12	Nieparametryczny estymator jądrowy Nadaraya-Watsona warunkowej wartości oczekiwanej. Dowód twierdzenia o zgodności.	2
Wy13	Nieparametryczna estymacja w nieliniowych modelach regresji. Własności asymptotyczne. Zastosowanie metody bootstrap.	2
Wy14	Problem zgodności metody bootstrap. Przykłady. Metryka Mallowsa.	2
Wy15	Twierdzenia o zgodności metody bootstrap w metryce Mallowsa, w metryce zbieżności jednostajnej.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Estymacja obciążenia estymatora metodą bootstrap. Estymacja błędu standardowego estymatora metodą bootstrap. Analiza symulacyjna.	4
Lab2	Estymator typu plug-in kwantyla rozkładu prawdopodobieństwa. Kwantylowe bootstrapowe przedziały ufności. t-bootstrapowe przedziały ufności. Bootstrap parametryczny.	5
Lab3	Konstrukcja estymatora typu plug-in dla funkcji regresji. Estymacja metodą najmniejszych kwadratów i algorytm loess w estymacji funkcji regresji.	4
Lab4	Modele liniowe. Konstrukcja estymatora parametru wektorowego w modelu liniowym metodą najmniejszych kwadratów. Zastosowanie metody bootstrap w modelach liniowych.	4
Lab5	Nieparametryczna estymacja gęstości prawdopodobieństwa. Funkcja hazardu, intensywności awarii. Konstrukcja estymatora gęstości w oparciu o układ ortonormalny w L2.	4
Lab6	Asymptotyczne przedziały ufności dla gęstości prawdopodobieństwa. Metody wyboru parametru szerokości okna w estymatorze Rosenblatta-Parzena. Metoda bootstrapu wygładzonego.	4
Lab7	Nieparametryczna estymacja w nieliniowych modelach regresji. Własności asymptotyczne. Zastosowanie metody bootstrap.	5
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna

N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej.
 N3 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
 N4 Konsultacje
 N5 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń problemowo rachunkowych oraz laboratoryjnych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Odpowiedzi ustne, referaty, sprawozdania z zadań laboratoryjnych
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07 PEU_W08 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
$P=75\%*F1+25\%*F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> - Devroye L., A Course in Density Estimation. - Efron B., Tibshirani R., An Introduction to the Bootstrap. - Gajek L., Kałuszką M., Wnioskowanie Statystyczne. Modele i Metody. - Silverman B., Density Estimation for Statistics and Data Analysis. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> - W czasie wykładu będą podawane studentom tytuły artykułów naukowych do lektury uzupełniającej dotyczącej wykładanej tematyki.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. M. Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.edu.pl) Dr hab. A. Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	TEORIA TESTOWANIA HIPOTEZ STATYSTYCZNYCH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Testing Statistical Hypotheses
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001536WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna pojęcia i fakty w zakresie kursów rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. 2. Zna podstawowe pojęcia teorii estymacji. 3. Potrafi zastosować wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej do rozwiązania konkretnego problemu.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie klasycznej teorii testów zgodności dla hipotez prostych i złożonych. C2 Poznanie teorii testów wynikowych dla modeli z parametrem skończenie wymiarowym. C3 Nabycie umiejętności korzystania z literatury statystycznej w celu znalezienia rozwiązań danego problemu. C4 Stosowanie nabytej wiedzy do implementacji komputerowej procedur statystycznych i dokonania analizy statystycznej danych rzeczywistych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe konstrukcje testów zgodności dla hipotezy prostej PEU_W02 zna najważniejsze rozwiązania problemu testowania hipotezy złożonej: rozwiązanie Durбина, testy typu chi-kwadrat, testy regresyjne PEU_W03 zna ogólną metodologię konstrukcji testów wynikowych w przypadku hipotezy prostej i przy obecności parametrów zakłócających Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi podać konstrukcje najważniejszych testów zgodności i sformułować twierdzenia dotyczące tych

testów.

PEU_U02 potrafi dokonać implementacji poznanych testów do obliczeń komputerowych.

PEU_U03 potrafi skonstruować test wynikowy dla nieskomplikowanych modeli statystycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

PEU_K03 potrafi przedstawić wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej w sposób kompletny, zrozumiały i komunikatywny dla odbiorcy.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólne zagadnienie testowania w ujęciu Neymana-Pearsona. Zastosowanie metody Monte Carlo i metody bootstrap w testowaniu. Przykład: testowanie o wartości średniej w rozkładzie jednowymiarowym i wielowymiarowym.	2
Wy2	Testy zgodności dla hipotezy prostej. Proces empiryczny, zbieżność do mostu Browna. Testy klasyczne oparte na seminormach procesu empirycznego. Test Kołmogorowa, Cramera-von Misesa, Andersona-Darlinga, chi-kwadrat, Neymana, Neuhausa. Zgodność testów klasycznych. Rozkład na składowe główne. Moc asymptotyczna.	7
Wy3	Testy zgodności dla hipotezy złożonej oparte na seminormach procesu empirycznego. Twierdzenie Durbina.	3
Wy4	Test chi-kwadrat. Twierdzenie Dżaparidze-Nikulina. Twierdzenie Fishera. Podział na przedziały o losowych końcach.	3
Wy5	Testy regresyjne. Test normalności Shapiro-Wilka.	2
Wy6	Testy wynikowe. Średniokwadratowa różniczkowalność modelu, warunki dostateczne średniokwadratowej różniczkowalności. Wektor wynikowy, macierz informacji Fishera. Test wynikowy Neymana-Rao. Związek testu ilorazu wiarygodności z testami wynikowymi.	6
Wy7	Adaptacyjne testy wynikowe. Adaptacyjny test Neymana.	2
Wy8	Testy wynikowe w przypadku obecności parametrów zakłócających.	3
Wy9	Porównywanie testów. Asymptotyczna efektywność względna. Efektywność Pitmana i Bahadura. Efektywność pośrednia.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Porównanie trzech testów hipotezy o wartości oczekiwanej nieznanego rozkładu (w tym dwa oparte na metodzie bootstrap)	4
Lab2	Testowanie o parametrach położenia i skali. Porównanie testów Wilcoxona, Ansari-Bradleya, Lepage'a oraz Kołmogorowa-Smirnowa	4
Lab3	Testowanie zgodności z rodziną rozkładów Poissona. Test Fishera, Kołmogorowa-Smirnowa oraz Nakamury-Perez-Abreu.	4
Lab4	Testowanie normalności. Test Shapiro-Wilka, Bowmana-Shentona oraz test Bowmana oparty na estymatorze jądrowym.	4
Lab5	Testowanie stałości regresji. Test Cramera-von Misesa, Eubanka-Harta oraz Baraud-Huet-Laurent.	5

Lab6	Adaptacyjne testy jednostajności. Reguły wyboru modelu: Schwarza, Akaike oraz „mieszana”. Porównanie z testami klasycznymi.	4
Lab7	Testowanie niezależności. Test korelacji rang Spearmana, test Hoeffdinga oraz adaptacyjny test Kallenberg-Ledwiny.	5
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Zajęcia w pracowni komputerowej.
N3 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N4 Konsultacje
N5 Praca własna studenta-przygotowanie do zajęć laboratoryjnych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia, sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Zaliczenie wykładu w formie pisemno-ustnej
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D'Agostino R. B., Stephens M. A. Goodness-of-fit Techniques, Marcel Dekker, 1986.
- [2] Van der Vaart A. W. Asymptotic Statistics, Cambridge Univ. Press, 1998.
- [3] Cox D. R., Hinkley D. V., Theoretical Statistics, Chapman and Hall, 1974.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Hajek J., Sidak Z., Sen P. K., Theory of Rank tests, Academic Press, 1999.
- [2] Koronacki J., Mielniczuk J., Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych, Wyd. II, WNT, 2004.
- [3] Lehmann E., Testowanie Hipotez Statystycznych. PWN, 1968.
- [4] Magiera R., Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne, GiS, 2007.
- [5] Serfling R. J., Twierdzenia graniczne statystyki matematycznej, PWN, 1991.
- [6] Shorack G. R., Wellner J. A., Empirical Processes with Applications to Statistics, Wiley, 2009.

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

Dr hab. M. Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.edu.pl)
Dr hab. A. Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	ANALIZA HARMONICZNA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Harmonic analysis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001537Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej i wielu zmiennych. 2. Zna podstawowe fakty z analizy funkcjonalnej. 3. Zna i umie stosować pojęcia i twierdzenia analizy zespolonej.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć analizy harmonicznej. C2 Nabycie umiejętności posługiwania się aparatem szeregów i transformaty Fouriera. C3 Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych metodami analizy harmonicznej w różnych działach matematyki, w szczególności w równaniach różniczkowych cząstkowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe pojęcia analizy harmonicznej PEU_W02 zna podstawowe twierdzenia dotyczące szeregów i transformaty Fouriera i ich zastosowania PEU_W03 zna podstawowe pojęcia związane z teorią przestrzeni Hardy'ego, operatora Hardy'ego-Littlewooda i przestrzeni BMO Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi zastosować w praktyce poznane na kursie twierdzenia PEU_U02 potrafi efektywnie wyznaczyć szereg Fouriera i transformatę Fouriera PEU_U03 potrafi wskazać związki faktów z tego kursu z innymi działami matematyki Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich

przeglądu

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

PEU_K03 potrafi być osobą odpowiedzialnością i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Szeregi Fouriera: rozwijanie funkcji w szereg Fouriera, jądro Dirichleta, kryteria zbieżności punktowej, zasada lokalizacji.	2
Wy2	Średnie Fejera: zbieżność w normie L_p i prawie wszędzie.	2
Wy3	Sumy częściowe szeregów Fouriera: zbieżność sum w normie L_p , odwzorowanie sprzężone, informacja o zbieżności prawie wszędzie.	4
Wy4	Transformata Fouriera: lemat Riemanna-Lebesgue'a, twierdzenie o transformacie odwrotnej i twierdzenie Plancherela, średnie Abela, średnie Gaussa-Weierstrassa, średnie Bochnera-Riesza.	4
Wy5	Twierdzenia interpolacyjne: twierdzenia Riesza-Thorina i Marcinkiewicza i ich zastosowania do klasycznych nierówności.	4
Wy6	Operator maksymalny Hardy'ego-Littlewooda: lematy pokryciowe, słaby typ (1,1) i mocny typ (p,p) operatora maksymalnego, zastosowania do zbieżności prawie wszędzie, rozkład Calderona-Zygmunda.	4
Wy7	Transformata Hilberta: podstawowe własności, całki singularne.	4
Wy8	Przestrzenie Hardy'ego: zespolone i rzeczywiste wersje przestrzeni Hardy'ego.	4
Wy9	Przestrzenie BMO i klasy A_p Muckenhoupta: podstawowe własności.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwijanie funkcji w szereg Fouriera, badanie zbieżności.	2
Ćw2	Wyznaczanie średnich Fejera i badanie ich własności.	2
Ćw3	Badanie odwzorowania sprzężonego.	2
Ćw4	Wyznaczanie transformat Fouriera i badanie ich własności.	4
Ćw5	Zastosowania twierdzeń interpolacyjnych.	4
Ćw6	Badanie i zastosowania operatora maksymalnego.	4
Ćw7	Badanie transformaty Hilberta.	4
Ćw8	Badanie przestrzeni Hardy'ego.	4
Ćw9	Własności przestrzeni BMO.	2
Ćw10	Kolokwium sprawdzające wiedzę i umiejętności.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G. M. Fichtenholz, Rachunek różniczkowy i całkowy (tom III, rozdziały XIX i XX).
- [2] E. M. Stein, G. Weiss, Introduction to Fourier analysis on Euclidean spaces, Princeton University Press, 1971.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] H. Dym, H. P. McKean, Fourier series and integrals, Academic Press, 1972.
- [2] J. Duoandikoetxea, Fourier analysis, American Mathematical Society, 2001.
- [3] E. M. Stein, Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions, Princeton University Press, 1971.
- [4] A. Torchinsky, Real-variable methods in harmonic analysis.

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

prof. dr hab. Krzysztof Stempak (krzysztof.stempak@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	TEORIA POTENCJAŁU PROCESÓW MARKOWA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Potential theory of Markov processes
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001539Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Znajomość podstawowych faktów z rachunku prawdopodobieństwa i procesów stochastycznych.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Opanowanie wiedzy dotyczącej procesów Markowa. C2 Opanowanie wiedzy dotyczącej jąder Poissona i funkcji Greena dla procesów Markowa. C3 Poznanie uogólnionych operatorów Schrödingera i ich związków z procesami Markowa. C4 Poznanie nierówności Harnacka i twierdzenia o funkcji próbkowej dla uogólnionych operatorów Schrödingera.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe własności procesów Markowa i pólgrup związanych z procesami Markowa. PEU_W02 zna własności jąder Poissona i funkcji Greena dla procesów Markowa. Zna wzór Ikedy Watanabe. PEU_W03 ma podstawową wiedzę dotyczącą uogólnionych operatorów Schrödingera. PEU_W04 zna nierówność Harnacka i twierdzenie o funkcji próbkowej dla uogólnionych operatorów Schrödingera.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi oszacować jądro Poissona, funkcję Greena, gęstość prawdopodobieństwa przejścia dla pewnych klas procesów Markowa dla obszarów gładkich. PEU_U02 potrafi rozwiązać problem Dirichleta dla procesów stabilnych dla prostych obszarów. PEU_U03 potrafi badać własności rozwiązań uogólnionych równań Schrödingera.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie

zdobywać wiedzę
 PEU_K02 posiada umiejętność stawiania sobie i realizowania celów z zachowaniem dobrych interpersonalnych relacji z członkami społeczności akademickiej

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Własność Markowa i mocna własność Markowa. Proces Wienera i izotropowy stabilny proces Lévy'ego. Gęstości prawdopodobieństw przejścia. Własności półgrupowe. Równanie Chapmana-Kolmogorowa.	6
Wy2	Funkcje harmoniczne i jądro Poissona, czas wyjścia i miejsce wyjścia.	4
Wy3	Procesy zabite, gęstości prawdopodobieństw przejścia. Potencjał Greena i funkcja Greena. Generator. Wzór Ikedy-Watanabe.	6
Wy4	Operator Schrödingera i klasa Kato. Własności półgrup z funkcjonalem masy multiplikatywnym.	4
Wy5	Operator potencjału i generator Schrödingera.	4
Wy6	Nierówność Harnacka i twierdzenie o funkcji próbkowej. Własności funkcji próbkowej. Problem Dirichleta dla równania Schrödingera.	6
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczanie gęstości prawdopodobieństw przejścia i potencjałów dla pewnych klas procesów Markowa.	6
Ćw2	Badanie własności funkcji Greena, jąder Poissona dla pewnych klas procesów Markowa. Zastosowanie wzoru Ikedy-Watanabe.	6
Ćw3	Rozwiązywanie problemu Dirichleta dla procesów stabilnych na prostych obszarach.	4
Ćw4	Badanie własności generatorów procesów Levy'ego.	4
Ćw4	Klasa Kato dla uogólnionych równań Schrödingera.	2
Ćw6	Badanie własności rozwiązań uogólnionych równań Schrödingera.	8
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna N2 Ćwiczenia problemowe i seminaryjne – metoda tradycyjna N3 Konsultacje N4 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Kolokwium
$P=0,2 \cdot F1 + 0,8 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] K. L. Chung, Z. Zhao "From Brownian Motion to Schrödinger's Equation". [2] J. Wermer „Potential theory”. [3] 3. R. M. Blumenthal, R. K. Gettoor „Markov processes and potential theory”.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. L. Doob „Classical potential theory and its probabilistic counterpart”. [2] N. S. Landkof „Foundations of modern potential theory”.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. Tadeusz Kulczycki (tadeusz.kulczycki@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	TEORIA ERGODYCZNA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Ergodic theory
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001540Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Analiza Funkcjonalna i Topologia

CELE PRZEDMIOTU
C1 Przedstawienie metod wyznaczania konserwatywnej i dyssypatywnej części dla przekształcenia niesingularnego. C2 Dokładne zapoznanie z głównymi twierdzeniami teorii ergodycznej dla przekształceń zachowujących miarę, C3 Zaprezentowanie metod wyznaczania gęstości absolutnie ciągłych miar niezmienniczych. C4 Umożliwienie samodzielnego opracowania i referowania zagadnień teorii ergodycznej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student zna PEU_W01 większość klasycznych definicji i twierdzeń z teorii ergodycznej oraz ich dowody, PEU_W02 zaawansowane techniki wyznaczania gęstości absolutnie ciągłych miar niezmienniczych, PEU_W03 podstawowe miarowe układy dynamiczne. Z zakresu umiejętności student umie PEU_U01 analizować iteracje przekształcenia ze względu na zjawisko powrotu lub rozproszenia , PEU_U02 badać statystyczne własności iteracji przekształcenia zachowującego miarę, PEU_U03 w ramach teorii ergodycznej - przeprowadzać dowody z wykorzystaniem narzędzi innych działów matematyki. Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi opracować dane zagadnienie w oparciu o materiały źródłowe oraz dokonać ich prezentacji,

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przekształcenia niesingularne. Podział Hopfa, tw. rekurencyjne Halmosa.	2
Wy2	Ergodyczne przekształcenia niesingularne. Przekształcenia grupy topologicznej zachowujące miarę Haara.	2
Wy3	Przesunięcia Bernoulliego, Markova. Beta-przekształcenia i przekształcenie Gaussa.	2
Wy4	Dowód indywidualnego tw. ergodycznego Birkhoffa.	2
Wy5	Dowód statystycznego tw. von Neumanna oraz tw. o ekwipartycji Weyla.	2
Wy6	Ergodyczność przekształceń pochodzenia algebraicznego i przesunięć Bernoulliego.	2
Wy7	Słabe i mocne mieszanie. Charakteryzacja ciągowa i funkcjonalna tych własności.	2
Wy8	Elementy spektralnej teorii operatorów unitarnych (tw. Herglotza) z zastosowaniem do charakteryzacji słabego mieszania przekształceń.	2
Wy9	Izomorfizm i jego niezmienniki dla przekształceń niesingularnych i zachowujących miarę. Własności operatora Frobeniusa-Perrona.	2
Wy10	Opis części konserwatywnej oraz charakteryzacja dokładności w sensie Rochlina niesingularnych przekształceń przy pomocy operatora Frobeniusa-Perrona.	2
Wy11	Charakteryzacja dokładności przy pomocy iteracji przekształcenia. Dowód dokładności beta-przekształceń i przesunięć Bernoulliego.	2
Wy12	Absolutnie ciągle miary niezmiennicze . Opis słabej i mocnej zwartości zbiorów funkcji, dowód tw. Kakutaniego-Yosidy.	2
Wy13	Własności funkcji o wahanu skończonym na odcinku . Tw. Lasoty-Yorke'a o istnieniu absolutnie ciągłej miary niezmienniczej dla przekształceń kawałkami gładkich odcinka.	2
Wy14	Dowód tw. Lasoty-Yorke'a.	2
Wy15	Własności ergodyczne kawałkami gładkich przekształceń odcinka.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Od rzutu symetryczną monetą do przekształcenia piekarza.	3
Ćw2	Przykłady niesingularnych przekształceń. Konserwatywność przekształcenia Boole'a.	3
Ćw3	Samodzielne opracowanie i referowanie przez studentów powierzonych im materiałów naukowych dotyczących konserwatywności, dyssypatywności, ergodyczności, mieszań, dokładności, miar niezmienniczych.	24
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Ćwiczenia problemowe i seminaryjne – metoda tradycyjna
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń
N5 Dyskusja-„burza mózgów”

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Opracowanie i zreferowanie zagadnienia z teorii ergodycznej na podstawie bieżącej literatury naukowej.
P=1*F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Aaronson, An Introduction to Infinite Ergodic Theory, Mathematical Surveys and Monographs, 50, 1997.
- [2] A. Lasota and M.C. Mackey, Chaos, Fractals, and Noise. Stochastic Aspects of Dynamics, Applied Math. Sciences 97, 1995.
- [3] W. Parry, Topics in Ergodic Theory, Cambridge Tracts in Math. 75, 1981.
- [4] P. Walters, Ergodic Theory, Introductory Lectures, 1975.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] N.A. Friedman, Introduction to ergodic theory, Van Nostrand, 1970
- [6] S.W. Fomin, I. P. Kornfeld, J. G. Sinaj, Teoria Ergodyczna, PWN, 1987

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

prof. Zbigniew Kowalski (zbigniew.kowalski@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU OPTYMALNE PROCEDURY SEKWENCYJNE DLA PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH Optimal Sequential Procedures for Stochastic Processes Matematyka	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kierunek studiów	
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001541WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Statystyka Matematyczna 2. Procesy Stochastyczne 2

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstaw teorii analizy sekwencyjnej dla procesów stochastycznych C2 Poznanie metod i twierdzeń dotyczących sekwencyjnej estymacji dla wykładniczych rodzin procesów C3 Poznanie podstaw teorii sekwencyjnych testów ilorazowych dla wykładniczych rodzin procesów C4 Poznanie metod i twierdzeń dotyczących estymacji nieznanymi parametrami rozkładów w modelach stochastycznych, w których obserwacje dostępne są jedynie w chwilach losowych C5 Stosowanie nabytej wiedzy w rozwiązywaniu problemów sekwencyjnej estymacji i sekwencyjnego testowania w niektórych konkretnych modelach dla procesów stochastycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe narzędzia analizy sekwencyjnej dla procesów stochastycznych PEU_W02 zna ogólny model stochastyczny określony przez wykładniczą rodzinę procesów i ogólną zasadę konstrukcji procedur estymacji sekwencyjnej w tym modelu. Zna przykłady takich procedur w konkretnych modelach dla procesów. PEU_W03 zna podstawy teorii sekwencyjnych testów ilorazowych dla wykładniczych rodzin procesów PEU_W04 zna niektóre metody i twierdzenia dotyczące estymacji nieznanymi parametrami rozkładów w modelach stochastycznych, w których obserwacje dostępne są jedynie w chwilach losowych Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować optymalne procedury estymacji sekwencyjnej i testowania sekwencyjnego w

niektórych modelach dla procesów typu wykładniczego z czasem ciągłym
 PEU_U02 potrafi konstruować optymalne (bayesowskie i minimaksowe) procedury estymacji sekwencyjnej w niektórych modelach, w których obserwacje dostępne są jedynie w chwilach losowych
 PEU_U03 potrafi wykorzystywać profesjonalne pakiety matematyczne i statystyczne do komputerowego modelowania problemu decyzyjnego i wspomagania obliczeń

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
 PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Baza stochastyczna i statystyczna. Filtracja. Chwile zatrzymania. Opcjonalne zatrzymywanie. Twierdzenie Dooba. Podstawowa tożsamość analizy sekwencyjnej.	4
Wy2	Wykładnicze rodziny procesów stochastycznych – definicje, własności ogólne i statystyczne. Wykładnicza rodzina procesów dyfuzyjnych i wykładnicza rodzina procesów o przyrostach niezależnych. Tożsamości Walda dla procesów z klasy wykładniczej.	6
Wy3	Losowa zamiana czasu w wykładniczych rodzinach procesów i jej znaczenie w analizie sekwencyjnej.	2
Wy4	Sekwencyjne estymatory największej wiarygodności.	2
Wy5	Estymacja sekwencyjna dla procesu Wienera i klasy procesów Ornsteina-Uhlenbecka	4
Wy6	Sekwencyjny test ilorazowy dla wykładniczych rodzin procesów.	2
Wy7	Model estymacji przy opóźnionych obserwacjach.	2
Wy8	Estymacja nieznanymi parametrów rozkładów w przypadku, gdy obserwacje dostępne są jedynie w chwilach losowych.	4
Wy9	Zastosowania optymalnych procedur sekwencyjnych w badaniach medycznych i niezawodności.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1- Lab15	Symulacje niektórych procesów stochastycznych zatrzymywanych w chwili losowej. Symulacja w oparciu o metodę redukcji wariancji. Zastosowanie tożsamości Walda w oszacowaniach wartości oczekiwanej chwili zatrzymania. Oszacowania wariancji chwili zatrzymania. Symulacja funkcji hazardu i funkcji niezawodności. Rozwiązania numeryczne w estymacji sekwencyjnej dla niektórych modeli z wykładniczej klasy procesów stochastycznych. Projektowanie optymalnych procedur sekwencyjnych w modelach estymacji przy opóźnionych obserwacjach. Projektowanie optymalnych procedur sekwencyjnych w badaniach medycznych i teorii niezawodności.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna i częściowo prezentacja multimedialna

N2 Laboratorium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W04, PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01-PEU_W04, PEU_U01-PEU_U03, PEU_K01-PEU_K02	test
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. Sz. Lipcer, A. N. Szirajew. Statystyka procesów stochastycznych. PWN. Warszawa 1981.
- [2] N. Starr, R. Wardrop, M. Woodroffe. (1976). Estimating a mean from delayed observations. Z. Wahrscheinlichkeitstheorie und Verw. Gebiete, 35:103-113.
- [3] J. O. Berger. Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. Springer-Verlag, New York 1988.
- [4] U. Kuchler, M. Sorensen. Exponential Families of Stochastic Processes. Springer, 1997.
- [5] Jokiel-Rokita, A. and Magiera, R. (2010). Estimation procedures with delayed observations. Journal of Statistical Planning and Inference, 140, p. 992—1002.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Magiera. (1996). On a class of sequential estimation problems for one-parameter exponential families. Sankhya, 58, Series A, Pt.1:160-170.
- [2] S. M. Ross. Probability Models. Academic Press, 2000.
- [3] S. M. Ross. Simulation. Academic Press, 1997

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

Prof. dr hab. Ryszard Magiera (ryszard.magiera@pwr.edu.pl)
Dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl)

Nazwa przedmiotu w języku polskim	WYDZIAŁ MATEMATYKI
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	KARTA PRZEDMIOTU
Kierunek studiów	Analiza Szeregów Czasowych
Specjalność	Analysis Of Time Series
Stopień studiów i forma	Matematyka
Rodzaj przedmiotu	II stopień, stacjonarna
Kod przedmiotu	wybieralny
Grupa kursów	MAT001543WI
	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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z rachunku prawdopodobieństwa. 2. Zna elementy statystyki matematycznej.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Opanowanie podstawowej wiedzy dotyczącej szeregów czasowych stacjonarnych drugiego rzędu oraz własności estymatorów parametrów rozkładu prawdopodobieństwa dla tych szeregów czasowych. C2 Poznanie podstawowych modeli szeregów czasowych typu MA(q), AR(p), ARMA(p,q) oraz ich uogólnień na modele ARIMA, ARFIMA, ARCH, GARCH. . C3 Poznanie metod estymacji parametrycznej oraz nieparametrycznej trendu w szeregach czasowych. C4 Poznanie metod estymacji rzędu modeli szeregów czasowych. C5 Poznanie metod predykcji szeregów czasowych. C6 Poznanie metod analizy spektralnej szeregów czasowych oraz estymacji parametrycznej i nieparametrycznej w domenie częstościowej. C7 Nabycie umiejętności identyfikacji i konstrukcji modeli szeregów czasowych w zastosowaniach technologicznych, ekonometrycznych, finansowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 ma podstawową wiedzę dotyczącą szeregów czasowych stacjonarnych drugiego rzędu oraz własności estymatorów parametrów rozkładu prawdopodobieństwa dla tych szeregów czasowych
 PEU_W02 zna podstawowe modele szeregów czasowych typu MA(q), AR(p), ARMA(p,q) oraz ich uogólnienia na modele ARIMA, ARFIMA, ARCH, GARCH
 PEU_W03 zna metody estymacji parametrycznej oraz nieparametrycznej trendu w szeregach czasowych
 PEU_W04 zna metody estymacji rzędu modeli szeregów czasowych
 PEU_W05 zna metody predykcji szeregów czasowych
 PEU_W06 zna metody analizy spektralnej szeregów czasowych oraz estymacji parametrycznej i nieparametrycznej w dziedzinie częstościowej
 PEU_W07 zna metody identyfikacji modeli szeregów czasowych

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi przeprowadzić identyfikację modeli szeregów czasowych
 PEU_U02 potrafi przeprowadzić procedurę estymacji rzędu modelu oraz parametrów modelu szeregu czasowego wraz z weryfikacją hipotez statystycznych oraz estymacją nieparametryczną odnośnie postaci modelu szeregu czasowego
 PEU_U03 potrafi przeprowadzić analizę symulacyjną związaną z estymacją, weryfikacją hipotez, identyfikacją i doбором modelu szeregu czasowego
 PEU_U04 potrafi uzasadnić własności stosowanych procedur statystycznych oraz dobranych modeli szeregów czasowych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
 PEU_K02 potrafi poprawnie referować i przedstawiać rezultaty rozwiązywanych problemów.
 PEU_K03 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Szeregi czasowe ściśle stacjonarne. Funkcja autokorelacji. Szeregi czasowe stacjonarne drugiego rzędu. Średnia próbkowa, wariancja próbkowa, autokowariancja próbkowa, autokorelacja próbkowa. Sformułowanie własności zdefiniowanych estymatorów.	2
Wy2	Opis testów weryfikujących hipotezę, że szereg czasowy jest białym szumem.	2
Wy3	Transformacje szeregów czasowych.. Metody estymacji i eliminacji trendu wielomianowego oraz trendu okresowego z zastosowaniem operatorów różnicowania. Estymacja trendu będącego liniową kombinacją funkcji bazowych - model liniowy.	2
Wy4	Metody wygładzania w estymacji trendu. Wygładzanie eksponencjalne. Metody dekompozycji szeregów czasowych. Nieparametryczna, jądrowa estymacja trendu.	4
Wy5	Modele liniowe MA(q), AR(p), ARMA(p, q). Przyczynowość i odwracalność stacjonarnych modeli ARMA.	2
Wy6	Metody estymacji parametrów modelu AR(p), ARMA(p, q). Ocena poprawności dopasowania modelu (diagnostyka).	2
Wy7	Funkcja cząstkowej autokorelacji (PACF) szeregu czasowego i jej własności.	2
Wy8	Predykcja szeregów czasowych. Konstrukcja prognoz punktowych i przedziałowych.	4
Wy9	Estymacja rzędu modelu autoregresji. Metoda FPE. Metody doboru rzędu modelu dla modeli ARMA. Metoda Akaike, BIC.	2
Wy10	Estymacja w dziedzinie częstościowej. Periodogram. Własności asymptotyczne periodogramu. Zastosowanie periodogramu do weryfikacji hipotezy o okresowości trendu. Nieparametryczne metody estymacji gęstości spektralnej.	2
Wy11	Modele ARIMA(p,d,q), ARFIMA(p,d,q),	2
Wy12	Modele ARCH(p), GARCH(p,q).	4

	Suma godzin	30
--	-------------	----

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Analiza symulacyjna własności asymptotycznych średniej próbkowej, autokowariancji próbkowej, autokorelacji próbkowej. Weryfikacja hipotezy, że szereg czasowy jest szeregiem typu białego szumu.	4
Lab2	Metody eliminacji i estymacji trendu szeregu czasowego.	4
Lab3	Estymacja parametrów modelu autoregresji. Metody doboru rzędu modelu dla modeli autoregresyjnych.	4
Lab4	Estymacja parametrów modelu ARMA. Metody doboru rzędu modelu dla modeli ARMA. Analiza poprawności dopasowania modelu (diagnostyka).	4
Lab5	Modele ARIMA. Dopasowanie do danych i zastosowanie do konstrukcji prognoz.	6
Lab6	Zastosowanie metod analizy spektralnej w analizie danych rzeczywistych.	4
Lab7	Estymacja dla modeli ARCH, GARCH.	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej. N3 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna N4 Konsultacje N5 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń problemowo rachunkowych oraz laboratoryjnych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03.	Odpowiedzi ustne, referaty, sprawozdania z zadań laboratoryjnych
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_W05, PEU_W06, PEU_W07, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03.	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
$P=75\%*F1+25\%*F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Brockwell P., Davis R., Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, 2nd edition, 2010.
- [2] Chatfield M. B., The Analysis of Time Series: An Introduction. Taylor Francis Inc, 2003.
- [3] Hyndman R.J., Makridakis S.G., Wheelwright S.C., Forecasting: Methods and Applications, Wiley, 1997.
- [4] Hyndman, R.J., Athanasopoulos, G., Forecasting: principles and practice. OTexts: Melbourne, Australia. <http://otexts.org/fpp/>, 2013.
- [5] Shumway R. H., Stoffer D. S., Time Series Analysis and its Applications With R Examples. Springer, 3rd edition, 2011.
- [6] Zagdański A., Suchwałko A., Analiza i prognozowanie szeregów czasowych. Praktyczne wprowadzenie na podstawie środowiska R. PWN, 2015.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA :

w czasie wykładu będą przekazywane studentom informacje dotyczące dodatkowych artykułów do lektury i zreferowania.

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

Tomasz Grzywny, Tomasz.Grzywny@pwr.edu.pl
Agnieszka Wylomańska, Agnieszka.Wylomanska@pwr.edu.pl
Adam Zagdański, Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Analiza wypukła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Convex analysis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001544Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Algebra, Analiza matematyczna, elementy analizy funkcjonalnej, teoria prawdopodobieństwa

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie pojęć i metod programowania matematycznego. C2 Poznanie sformułowań zadań programowania liniowego i kwadratowego. C3 Poznanie podstaw analizy wypukłej i jej znaczenia dla programowania matematycznego. C4 Nabycie umiejętności analizy warunków koniecznych i wystarczających dla zadań optymalizacji z ograniczeniami. C5 Poznanie metody programowania dynamicznego. 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 UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna sformułowania zadań programowania matematycznego. PEU_W02 ma podstawową wiedzę o zastosowaniach i znaczeniu zadań programowania matematycznego. PEU_W03 rozpoznaje sytuacje wymagające stosowania metod optymalizacji w celu rozwiązania praktycznych problemów. PEU_W04 zna ograniczenia metod analitycznych i możliwości numerycznej analizy zadań optymalizacji. PEU_W05 zna randomizowane metody analizy zadań programowania matematycznego. Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi sformułować zadanie programowania matematycznego w dogodnej do analizy formie. PEU_U02 potrafi zastosować właściwy algorytm do rozwiązania zadania programowania matematycznego. PEU_U03 umie zastosować metody optymalizacji, i metody analityczne lub numeryczne ich analizy, w celu

rozwiązania praktycznych problemów.
 PEU_U04 potrafi rozpoznać zagadnienia optymalizacyjne do których właściwe metody oparte są na wykorzystaniu aparatu stochastycznego.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu.

PEU_K02 potrafi wspomagać analizę modeli matematycznych stosownymi narzędziami informatycznymi.

PEU_K03 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Programowanie liniowe. Programowanie kwadratowe. Sformułowanie zadania programowania kwadratowego. Algorytm Wolfe'a.	2
Wy2	Zadania optymalizacji bez ograniczeń. Warunki optymalności. Metoda gradientowa -- analiza zbieżności. Metoda Newtona i jej odmiany.	2
Wy3	Elementy analizy wypukłej. Stożek wypukły. Punkty ekstremalne zbioru wypukłego. Funkcje wypukłe. Zadania optymalizacji na zbiorach wypukłych. Kierunki dopuszczalne i zastosowanie modyfikacji kierunków.	6
Wy4	Programowanie nieliniowego. Charakterystyka ekstremów: warunki konieczne i wystarczające. Przykłady zadań programowania nieliniowego.	4
Wy5	Teoria mnożników Lagrange'a. Warunki konieczne ekstremum przy ograniczeniach w postaci równości. Metoda funkcji kary. Metoda eliminacji. Funkcja Lagrange'a.	4
Wy6	Ograniczenia w postaci nierówności. Warunki optymalności Karush-Kuhn-Tucker. Wypukłe funkcjonały kosztów i liniowe ograniczenia	2
Wy7	Programowanie dynamiczne.	2
Wy8	Deterministyczne modele sterowania z czasem dyskretnym.	2
Wy9	Stochastyczne systemy sterowania z czasem dyskretnym.	4
Wy10	Podsumowanie	2
Wy11	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Programowanie liniowe. Programowanie kwadratowe. Sformułowanie zadania programowania kwadratowego. Algorytm Wolfe'a.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ilustracja metody simpleks. Przykłady zadań programowania kwadratowego.	4
Ćw2	Zagadnienia ilustrujące własności funkcji wypukłych i zbiorów wypukłych.	4
Ćw3	Przykłady z zastosowaniem wewnętrznej i zewnętrznej funkcji kary. Ilustracja algorytmów: Schmitta-Foxa, Rosenbrocka, Carolla. Metody z zastosowaniem modyfikacji kierunków.	2
Ćw4	Pojęcie dualności a programowanie wypukłe. Funkcje sprzężone. Punkty siodłowe w grach i twierdzenie minimaksowe. Problem liniowej komplementarności i algorytm Lemekego.	4
Ćw5	Metody z zastosowaniem wewnętrznej i zewnętrznej funkcji kary. Przykłady algorytmów: Schmitta-Foxa, Rosenbrocka, Carolla. Metody z zastosowaniem modyfikacji kierunków.	4
Ćw6	Metody losowego poszukiwania ekstremum. Bezpośrednia metoda Monte Carlo. Metoda losowego gradientu.	4

Ćw7	Przykłady zadań programowania stochastycznego – modele i metody.	4
Ćw8	Przykład ilustrujące metodę programowania dynamicznego	2
Ćw10	Kolokwium	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W05 PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01-PEU_W05 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K03	kolokwium
$P=0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Dimitri P. Bertsekas: Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [2] Bertsekas, Dimitri P. and Nedic, Angelia and Ozdaglar, Asuman E., Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, Belmont, MA: 2003.
- [3] Stephen Boyd, Lieven Vandenberghe: Convex Analysis, Cambridge University Press, Cambridge 2004.
- [4] Bela Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1983.
- [5] Andrzej Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [6] R. Dautray, J. L. Lions, Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology, Springer, Berlin 1988-1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Jonathan M. Borwein: Convex analysis and nonlinear optimization, Theory and Examples, Springer 2006.
- [2] K. Atkinson, W. Han, Theoretical Numerical Analysis – A Functional Analysis Framework, Springer, 2001.
- [3] A. Bjork, G. Dahlquist, Metody numeryczne, PWN, Warszawa 1987.
- [4] B. P. Flannery, W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, Numerical Recipes in C, Cambridge 1992.

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

Dr hab. inż. Anna Jaskiewicz (anna.jaskiewicz@pwr.edu.pl)
Prof. Krzysztof Szajowski (krzysztof.szajowski@pwr.edu.pl)
Dr inż. Piotr Więcek (Piotr.wiecek@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	TEORETYCZNE PODSTAWY ANALIZY DANYCH WIELOWYMIAROWYCH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Theoretical foundations of large scale data analysis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001545WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna podstawowe pojęcia statystyki matematycznej, w tym pojęcie statystyki dostatecznej, zupełnej. 2. Zna podstawowe graniczne własności estymatorów. Zna podstawowe metody wnioskowania statystycznego: 3. Estymacji (punktowej i przedziałowej) i testowania hipotez . 4. Zna podstawowe kryteria optymalności estymatorów i testów statystycznych. 5. Zna podstawowe modele liniowe (regresja wieloraka, analiza wariancji).

CELE PRZEDMIOTU
C1 Zrozumienie podstawowych problemów statystycznych związanych z analizą dużych zbiorów danych : problemy wielokrotnego testowania i ich związek z przeszacowaniem liczby istotnych predyktorów w modelach liniowych. C2 Zrozumienie ograniczeń związanych z analizą dużych zbiorów danych – granica detektowalności sygnałów, związek między rzadkością modelu a siłą detektowalnych sygnałów. C3 Opanowanie podstawowych współczesnych metod analizy danych wielowymiarowych : podstawowe procedury wielokrotnego testowania kontrolujące FWER i FDR, podstawowe kryteria wyboru modelu, LASSO, estymacja macierzy precyzji w gaussowskich modelach graficznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe twierdzenia i metody dotyczące metod wielokrotnego testowania (metoda Bonferroniego, Simesa, Holma, Benjaminiego Hochberga) PEU_W02 zna podstawowe pojęcia dotyczące kontroli błędu pierwszego rodzaju w procedurach wielokrotnego testowania: całkowity błąd pierwszego rodzaju (FWER), frakcja fałszywych odkryć (FDR) PEU_W03 zna podstawowe twierdzenia asymptotyczne dotyczące detektowalności sygnałów w wielkoskalowym testowaniu

PEU_W04 zna podstawowe twierdzenia motywujące stosowanie estymatorów ściągających (estymator Jamesa-Steina) i rozumie ich związek z empirycznymi metodami Bayesowskimi
 PEU_W05 zna podstawowe kryteria wyboru zmiennych w modelach liniowych i rozumie ich własności statystyczne
 PEU_W06 zna podstawowe metody analizy modeli graficznych

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi dokonać wyboru właściwej dla danego problemu metody wielokrotnego testowania i zastosować ją w praktyce (w razie potrzeby zaimplementować w R).

PEU_U02 potrafi dokonać wyboru właściwego dla danego problemu kryterium wyboru modelu i zastosować je w praktyce (w razie potrzeby zaimplementować w R).

PEU_U03 potrafi wykorzystywać praktycznie poznane metody analizy modeli graficznych przy wspomaganii profesjonalnych komputerowych pakietów statystycznych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU_K02 potrafi twórczo współpracować w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Procedury wielokrotnego testowania i wyboru modelu – motywacja z analizy danych genetycznych.	2
Wy2	Wielokrotne testowanie, globalna hipoteza zerowa – szukanie igły w stogu siana (pojedynczy sygnał), optymalny test ilorazu wiarygodności, korekta Bonferoniego, granice detekcji.	2
Wy3	Testowanie globalnej hipotezy zerowej – wiele umiarkowanych sygnałów, test chi-kwadrat, analiza wariancji, kombinowany test Fishera, test Simesa, podniesiony krytycyzm Tukeya.	2
Wy4	Wielokrotne testowanie w rzadkich mieszaninach, globalna hipoteza zerowa – granice detekcji, optymalność testów.	2
Wy5	Wielokrotne testowanie – słaba, mocna kontrola całkowitego błędu pierwszego rodzaju, procedura Holma, zasada domknięcia.	2
Wy6	Procedura Hochberga, generyczne procedury zstępujące, frakcja fałszywych odkryć (FDR) i procedury ją kontrolujące.	2
Wy7	Asymptotyczne własności procedury Benjaminiego-Hochberga (BH), dodatnia regresyjna zależność, kontrola FDR z punktu widzenia procesów empirycznych.	2
Wy8	Martynałowy dowód kontroli FDR przez BH, Bayesowskie FDR, BH jako empiryczna metoda bayesowska.	2
Wy9	Estymator Jamesa-Steina.	2
Wy10	Nieobciążony estymator ryzyka Steina (SURE).	2
Wy11	Kryteria wyboru modelu liniowego, błąd predykcji i błąd w próbie treningowej.	2
Wy12	Kryteria związane z kontrolą FDR.	2
Wy13	LASSO, SLOPE, selektor Dantzig.	2
Wy14	Estymacja macierzy kowariancji. Analiza składowych głównych.	2
Wy15	Modele graficzne.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Symulacja danych genetycznych.	2
Lab2	Wielokrotne testowanie – porównania różnych testów dla globalnej hipotezy zerowej, empiryczna weryfikacja granicy detektowalności.	6
Lab3	Wielokrotne testowanie – porównania różnych procedur z punktu widzenia kontroli liczby fałszywych odkryć i mocy.	4
Lab4	Procedura Benjaminiego-Hochberga – empiryczna weryfikacja własności teoretycznych	4
Lab5	Estymacja wektora wartości oczekiwanych w wielowymiarowym rozkładzie normalnym – estymator Jamesa-Steina. Nieobciążony estymator ryzyka Steina.	4
Lab6	Kryteria wyboru modelu w zastosowaniu do rzadkiej regresji.	6
Lab7	Estymacja macierzy kowariancji.	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna i częściowo prezentacja multimedialna
N2 Laboratorium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01- PEU_U03	Odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01- PEU_W06	Kolokwium zaliczające
$P=0.7 \cdot F1 + 0.3 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Efron, B. Large-Scale Inference: Empirical Bayes Methods for Estimation, Testing, and Prediction, IMS Monographs, 2012 [2] Johnstone, Gaussian estimation: Sequence and wavelet models, draft version, 2013
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] Dembo, A. i Zeitouni, O. Large deviations techniques and applications, second edition, Springer, Application of Mathematics, vol. 38, 1998. [2] Shorack, G. i Wellner, J. Empirical Processes With Applications to Statistics, Classics in Applied Mathematics, 1986 [3] Adler, R. i Taylor, J. Random Fields and Geometry, Springer Monographs in Mathematics Springer, New York, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Maciej Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	STATYSTYKA OBLICZENIOWA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Computational Statistics
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001546WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do statystyki matematycznej 2. Wstęp do procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych metod generowania zmiennych losowych: metoda transformacji, metoda akceptacji i odrzuceń, metoda adaptacyjnego próbkowania eliminacyjnego . C2 Nabycie umiejętności w numerycznym wyznaczaniu wektora estymatorów największej wiarygodności parametrów wykładniczych rodzin rozkładów. C3 Poznanie algorytmu Expectation-Maximization (EM) i nabycie umiejętności jego wykorzystania w estymacji największej wiarygodności parametrów wykładniczych modeli statystycznych. C4 Poznanie numerycznych metod wyznaczania estymatorów parametrów nieliniowej funkcji regresji (algorytm Gaussa-Newtona oraz Levenberga-Marquandta) i parametrów uogólnionego modelu liniowego (metoda Newtona, metoda scoring i quasi-Newtona). C5 Poznanie metod Monte Carlo generowania wektorów losowych w oparciu o łańcuch Markowa: algorytm Metropolis-Hastingsa, algorytm Gibbsa. C6 Poznanie możliwości zastosowań metod Monte Carlo opartych na łańcuchu Markowa do wyznaczania bayesowskich procedur wnioskowania statystycznego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe metody generowania zmiennych losowych: m.in. metoda transformacji, metoda akceptacji i odrzuceń, metoda adaptacyjnego próbkowania eliminacyjnego,
 PEU_W02 zna numeryczne metody wyznaczaniu estymatorów największej wiarygodności parametrów wykładniczych rodzin rozkładów: metody bisekcji, Newtona, coordinate ascent, największego spadku, algorytm Newtona-Raphsona.
 PEU_W03 zna numeryczne metody wyznaczaniu estymatorów parametrów nieliniowej funkcji regresji i uogólnionego modelu liniowego: algorytm Gaussa-Newtona oraz Levenberga-Marquandta, metoda Newtona, metoda scoring i quasi-Newtona.
 PEU_W04 zna algorytmu Expectation-Maximization (EM)
 PEU_W05 zna metody Monte Carlo generowania wektorów losowych w oparciu o łańcuch Markowa

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi stosować poznane metody generowania zmiennych losowych do modelowania statystycznego
 PEU_U02 potrafi wykorzystywać algorytm EM w estymacji największej wiarygodności parametrów wykładniczych modeli statystycznych
 PEU_U03 potrafi stosować poznane metody Monte Carlo oparte na łańcuchu Markowa do wyznaczania bayesowskich procedur wnioskowania statystycznego.
 PEU_U04 potrafi wykorzystywać profesjonalne pakiety matematyczne i statystyczne do komputerowego modelowania problemu statystycznego i wykonywania obliczeń numerycznych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę
 PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe metody generowania zmiennych losowych: m.in. metoda transformacji, metoda akceptacji i odrzuceń, metoda adaptacyjnego próbkowania eliminacyjnego.	2
Wy2	Metoda bisekcji i metoda Newtona w wyznaczaniu estymatorów największej wiarygodności parametrów jednoparametrowych wykładniczych rodzin rozkładów.	2
Wy3	Metoda coordinate ascent, największego spadku oraz algorytm Newtona-Raphsona w wyznaczaniu estymatorów największej wiarygodności parametrów wieloparametrowych wykładniczych rodzin rozkładów.	2
Wy4	Algorytm Expectation-Maximization (EM). Zastosowania algorytmu EM do wyznaczania estymatorów w wykładniczych modelach statystycznych.	4
Wy5	Estymacja nieliniowej funkcji regresji - algorytm Gaussa-Newtona oraz Levenberga-Marquandta.	2
Wy6	Uogólnione modele liniowe - metoda Newtona, metoda scoring i quasi-Newtona.	2
Wy7	Estymacja funkcji gęstości - metoda falek.	2
Wy8	Ergodyczność łańcucha Markowa i metody Monte Carlo w oparciu o łańcuch Markowa (metody MCMC).	4
Wy9	Algorytm Metropolis-Hastingsa.	2
Wy10	Algorytm Gibbsa.	2
Wy11	Zastosowania metod MCMC we wnioskowaniu bayesowskim. Próbkowanie znaczące.	4
Wy12	Monitorowanie zbieżności do rozkładu stacjonarnego.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Generowanie zmiennych losowych: metody transformacji, metody akceptacji i odrzuceń.	2
Lab2	Metoda bisekcji i metoda Newtona w wyznaczaniu estymatorów największej wiarygodności parametrów jednoparametrowych wykładniczych rodzin rozkładów.	2
Lab3	Metoda coordinate ascent, największego spadku oraz algorytm Newtona-Raphsona w wyznaczaniu estymatorów największej wiarygodności parametrów wieloparametrowych wykładniczych rodzin rozkładów.	2
Lab4	Algorytm EM. Algorytm EM w wykładniczych modelach statystycznych.	4
Lab5	Estymacja nieliniowej funkcji regresji - algorytm Gaussa-Newtona oraz Levenberga-Marquandta.	2
Lab6	Uogólnione modele liniowe - metoda Newtona, metoda scoring i quasi-Newtona.	2
Lab7	Estymacja funkcji gęstości - metoda falek.	2
Lab8	Ergodyczność łańcucha Markowa i metody Monte Carlo w oparciu o łańcuch Markowa (metody MCMC).	4
Lab9	Algorytm Metropolisa- Hastingsa.	2
Lab10	Algorytm Gibbsa.	2
Lab11	Zastosowania metod MCMC we wnioskowaniu bayesowskim. Próbkowanie znaczące.	4
Lab12	Monitorowanie zbieżności do rozkładu stacjonarnego.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna, częściowo prezentacja multimedialna
N2 Laboratorium
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W05, PEU_U01-PEU_U04, PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEU_W01-PEU_W05, PEU_U01-PEU_U04, PEU_K01-PEU_K02	test
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Monahan, J. F. (2001). Numerical Methods of Statistics. Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics.[2] Ross, S. M. (1997). Simulation. Academic Press, New York.[3] Magiera, R. (2005). Modele i metody statystyki matematycznej. Część I. Rozkłady i symulacja stochastyczna. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław. |
|--|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Bickel, P. J., Doksum, K. A. (2001). Mathematical Statistics. Basic Ideas and Topics. Volume 1. Prentice Hall, New Jersey.[2] Gamerman, D. (1997). Markov Chain Monte Carlo. Stochastic simulation for Bayesian inference. Chapman & Hall, New York.[3] McCullagh, P., Nelder, J. A. (1991). Generalized Linear Models. Chapman & Hall, New York. |
|---|

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

Dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl) Dr hab. Maciej Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	ANALIZA RZECZYWISTA I ZESPOLONA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Complex and real analysis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001643Wc
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	180				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna podstawowe fakty z teorii miary, w szczególności konstrukcję Carathéodory'ego i twierdzenie Radona-Nikodyma 2. Zna podstawowe pojęcia i fakty z teorii funkcji holomorficznych 3. Zna podstawowe pojęcia i fakty z analizy funkcjonalnej 4. Zna podstawowe pojęcia i fakty z topologii przestrzeni metrycznych

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie zastosowań znanych już wyników z teorii miary i analizy funkcjonalnej w teorii funkcji rzeczywistych i zespolonych
C2 Usystematyzowanie wiedzy z zakresu analizy rzeczywistej i zespolonej
C3 Poznanie związków między treściami z tego kursu i faktami z różnych innych działów matematyki

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna pojęcie funkcji absolutnie ciągłej, i twierdzenie Lebesgue'a o różniczkowalności całki PEU_W02 zna definicję i podstawowe własności miary i wymiaru Hausdorffa przestrzeni metrycznej PEU_W03 zna definicję i podstawowe fakty z teorii funkcji harmonicznych PEU_W04 widzi związki między faktami z tego kursu i pojęciami z innych działów matematyki
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi stwierdzić, czy dana funkcja ma wahanie skończone, czy jest absolutnie ciągła, i potrafi znaleźć jej pochodną PEU_U02 potrafi znaleźć miarę i wymiar Hausdorffa pewnych przestrzeni, i wyciągnąć z tego wnioski PEU_U03 potrafi stwierdzić, czy dana funkcja jest harmoniczna, i wyciągać z tego wnioski

PEU_U04 potrafi wskazać związki faktów z tego kursu z innymi działami matematyki

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

PEK_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

PEK_K03 potrafi być osobą odpowiedzialną i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy

PEK_K04 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Funkcje o wahaniu skończonym i absolutnie ciągle. Twierdzenie Lebesgue'a o różniczkowaniu całki.	10
Wy2	Transformata Fouriera.	6
Wy3	Miara i wymiar Hausdorffa przestrzeni metrycznej.	4
Wy4	Funkcje harmoniczne. Całka Poissona.	6
Wy5	Funkcje podharmoniczne. Przestrzenie Hardy'ego.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie wahan i absolutnej ciągłości funkcji. Obliczanie pochodnych funkcji absolutnie ciągłych. Wzory na pochodną iloczynu funkcji absolutnie ciągłych.	10
Ćw2	Obliczanie transformat Fouriera.	6
Ćw3	Obliczanie miary i wymiaru Hausdorffa różnych zbiorów, w szczególności trójkowego zbioru Cantora. Związek między jednowymiarową miarą Hausdorffa a długością krzywej. Sprawdzenie, że wymiar Hausdorffa nie jest niezmiennikiem topologicznym.	6
Ćw4	Badanie funkcji harmonicznych i podharmonicznych.	6
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	
N3 Konsultacje	
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03 PEU_K04	Kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona, PWN, Warszawa, 1986. [2] S. Łojasiewicz, Wstęp do teorii funkcji rzeczywistych, PWN, Warszawa, 1973. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i miara, PWN, Warszawa, 1987. [2] A. M. Bruckner, J. B. Bruckner and B. S. Thomson, Real Analysis, ClassicalRealAnalysis.com, 2008. [3] S. Saks i A. Zygmund, Funkcje analityczne, 1948.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Janusz Mierczyński (janusz.mierczynski@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	FUNKCJE SPECJALNE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Special Functions
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001660Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Znajomość analizy matematycznej funkcji wielu zmiennych 2. Znajomość podstaw analizy zespolonej

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie definicji i własności podstawowych funkcji specjalnych C2 Poznanie asymptotyk funkcji specjalnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe funkcje specjalne PEU_W02 zna podstawowe asymptotyki funkcji specjalnych Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi korzystać z funkcji specjalnych Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE	
Forma zajęć - wykład	Liczba godzin

Wy1	Funkcje Gamma, Beta i Dzeta	4
Wy2	Równania różniczkowe rzędu drugiego	2
Wy3	Wielomiany ortogonalne: Hermite'a, Laguerre'a, Jacobiego (w tym Legendre'a).	2
Wy4	Dyskretne wielomiany ortogonalne	2
Wy5	Funkcje cylindryczne: funkcje Bessela pierwszego, drugiego i trzeciego rodzaju, ich asymptotyki, zera i własności rekurencyjne.	4
Wy6	Funkcja hipergeometryczna: definicja, własności rekurencyjne, stowarzyszone równanie różniczkowe, reprezentacja całkowa.	4
Wy7	Funkcja hipergeometryczna konfluentna: definicja, własności rekurencyjne, stowarzyszone równanie różniczkowe, reprezentacja całkowa.	4
Wy8	Asymptotyki	4
Wy9	Funkcje eliptyczne	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie problemów ilustrujących tematykę prezentowaną na wykładzie.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W1, PEU_W2, PEU_K1	Kolokwium
F2	PEU_U1, PEU_K1	Odpowiedzi ustne, kartkówki
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] N.N. Lebediew, Funkcje specjalne i ich zastosowania, PWN, 1968.
[2] B.C. Carlson, Special functions of applied mathematics, Academic Press, 1977.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[3] I.M. Ryżyk, I.S. Gradsztejn, Tablice całek, sum, szeregów i iloczynów, PWN, 1964.
[4] R. Beals, R. Wong, Special functions, Cambridge University Press, 2011.
[5] G. N. Watson, A treatise on the theory of Bessel functions, Cambridge University Press, 1922

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. dr hab. Janusz Mierczyński (janusz.mierczynski@pwr.edu.pl)
prof. dr hab. Krzysztof Stempak (krzysztof.stempak@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	GRAFY I SIECI LOSOWE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Random graphs and networks
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001662Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Znajomość podstawowych faktów z teorii grafów i rachunku prawdopodobieństwa.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Opanowanie wiedzy dotyczącej grafów i sieci losowych.
C2 Opanowanie wiedzy dotyczącej własności asymptotycznych grafów losowych.
C3 Poznanie metod i narzędzi probabilistycznych stosowanych w teorii grafów losowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe modele grafów i sieci losowych. PEK_W02 zna własności asymptotyczne grafów losowych. PEK_W03 zna podstawowe narzędzia i metody probabilistyczne wykorzystywane w teorii grafów losowych.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi zbadać rozkłady zmiennych losowych opisujących podstawowe własności grafów losowych PEU_U02 potrafi zastosować podstawowe narzędzia i metody probabilistyczne wykorzystywane w teorii grafów losowych PEU_U03 potrafi zbadać najważniejsze własności asymptotyczne grafów losowych
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę PEU_K02 posiada umiejętność stawiania sobie i realizowania celów z zachowaniem dobrych interpersonalnych relacji z członkami społeczności akademickiej

--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykłady		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie potrzebnych informacji wstępnych z teorii grafów i rachunku prawdopodobieństwa. Wprowadzenie do grafów i sieci losowych.	2
Wy2	Podstawowe modele grafów losowych: dwumianowy i jednostajny. Monotoniczne własności grafowe. Asymptotyczna równoważność.	3
Wy3	Progi własności grafowych. Metoda pierwszego i drugiego momentu. Przykłady progów dla własności istnienia krawędzi i wierzchołków izolowanych.	3
Wy4	Ewolucja grafu losowego. Przejścia fazowe.	2
Wy5	Stopnie wierzchołków w grafie losowym. Rozkład graniczny liczby wierzchołków izolowanych. Wierzchołki o największym i najmniejszym stopniu. Istnienie wierzchołków izolowanych a niespójność grafu losowego.	4
Wy6	Stopień niezależności i liczba chromatyczna grafu losowego.	2
Wy7	Liczba kopii danego grafu w grafie losowym i jej rozkład graniczny. Informacja o tempie zbieżności i metodzie Steina-Chena.	4
Wy8	Drzewa losowe. Związek z procesem gałęzkowym Galtona-Watsona.	2
Wy9	Martyngały w teorii grafów losowych.	2
Wy10	Przykłady sieci rzeczywistych. Modele sieci społecznościowych. Model małego świata.	4
Wy11	Model Isinga.	2
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1 - Ćw15	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne tematy z wykładu.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna. Ilustracja omawianych zagadnień przy pomocy programów komputerowych.
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna. Ilustracja omawianych zagadnień przy pomocy programów komputerowych.
N3 Konsultacje
N4 Praca własna studenta-przygotowanie do ćwiczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu

semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru		uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Kolokwium
$P=0,2 \cdot F1 + 0,8 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] A. Frieze, M. Karoński, Introduction to random graphs, Cambridge University Press 2015 [2] S. Janson, T. Łuczak, A. Rucinski, Random graphs, Cambridge University Press 2000 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] R. Durrett, Random graph dynamics, vol. 20, Cambridge University Press 2007 [2] R. J. Wilson, Wprowadzenie do teorii grafów, PWN 1998. [3] J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, SCRIPT, Warszawa 2001. [4] R. Motwani, P. Raghavan, Randomized Algorithms, Cambridge University Press 1995

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr Kamil Kaleta (kamil.kaleta@pwr.edu.pl) Dr Grzegorz Serafin (grzegorz.serafin@pwr.edu.pl) Dr hab. Paweł Sztonyk (pawel.sztonyk@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	MACIERZE LOSOWE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Random Matrices
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001663Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej, analizy funkcjonalnej, algebry liniowej oraz rachunku prawdopodobieństwa. 2. Podstawowa wiedza z analizy matematycznej, algebry, analizy funkcjonalnej i rachunku prawdopodobieństwa 3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności

CELE PRZEDMIOTU
C1. Nabycie podstawowej wiedzy z teorii macierzy losowych i jej zastosowań. C2. Zdobycie umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz ilościowej analizy wybranych zagadnień z teorii macierzy losowych i jej zastosowań. C3. Nabycie i utrwalenie kompetencji społecznych obejmujących: odpowiedzialność i uczciwość w zdobywaniu wiedzy, przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim, umiejętność krytycznej oceny własnej wiedzy

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe twierdzenia z teorii macierzy losowych i rozumie ich znaczenie PEU_W02 zna narzędzia matematyczne stosowane w badaniu macierzy losowych i ich asymptotyki Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi wskazać przykłady zastosowań macierzy losowych PEU_U02 potrafi stosować narzędzia matematyczne do badania rozkładów granicznych wartości własnych wybranych macierzy losowych PEU_U03 potrafi przeprowadzić symulacje komputerowe dotyczące statystyki wartości własnych dużych macierzy

losowych

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 rozumie potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy

PEU_K02 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Macierze losowe i ich zastosowania w różnych działach nauki.	2
Wy2	Rzeczywiste i zespolone macierze Wignera. Rozkład Wignera. Liczby Catalana. Drogi Dyck'a. Twierdzenie Wignera.	6
Wy3	Hermitowskie i symetryczne macierze Gaussowskie (Gaussian Unitary Ensemble oraz Gaussian Orthogonal Ensemble). Rozkłady łączne wartości własnych.	4
Wy4	Macierze Wisharta. Rozkład Marchenko-Pastura. Twierdzenie Marchenko-Pastura.	4
Wy5	Zbieżność największej wartości własnej.	4
Wy6	Asymptotyka niehermitowskich macierzy Gaussowskich. Rozkład cyrkularny Girko.	2
Wy7	Probabilistyka wolna. Wolna przestrzeń Focka. Operatory semicyrkularne i cyrkularne. Asymptotyka niezależnych macierzy losowych.	4
Wy8	Zastosowanie symulacji komputerowych do badania wartości własnych dużych macierzy losowych.	2
Wy9	Kolokwium	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne tematy z wykładu	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład tradycyjny. N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna. Ilustracja omawianych zagadnień przy pomocy programów komputerowych. N3 Kolokwia pisemne. N4 Konsultacje, praca własna: przygotowanie do ćwiczeń i kolokwiów.	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	Odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02	Kolokwium

	PEU_U03 PEU_K01 PEU_K02	
P=0.3*F1+0.7*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> [1] G. W. Anderson, A. Guionnet, O. Zeitouni, An Introduction to Random Matrices, Cambridge University Press, Cambridge 2010. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> [1] R. Adamczak, Notatki do wykładu: Elementy Teorii Macierzy Losowych, Uniwersytet Warszawski, 2010. [2] T. Tao, Topics in Random Matrix Theory, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 132, AMS, Providence, RI, 2012.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Romuald Lenczewski (romuald.lenczewski@pwr.edu.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	METODY NUMERYCZNE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Numerical Methods
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001664WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH	
1.	Znajomość analizy matematycznej
2.	Znajomość algebry liniowej

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie wybranych metod numerycznych
C2 Nabycie umiejętności zastosowania poznanych algorytmów w języku MATLAB lub python

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 student zna zaawansowane techniki obliczeniowe i rozumie ich ograniczenia
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 student rozpoznaje problemy, które można rozwiązać metodami numerycznymi PEU_U02 student potrafi napisać programy w języku MATLAB lub python
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 student potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Operacje na liczbach zmiennoprzecinkowych	4
Wy2	Obliczanie funkcji elementarnych	4
Wy3	Rozwiązywanie równań nieliniowych	6
Wy4	Całkowanie numeryczne, wielomiany ortogonalne	8
Wy5	Numeryczna algebra liniowa	8
	Suma godzin	30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Ćwiczenia ilustrujące zagadnienia z wykładów	2
La2	Szeregi potęgowe, równania kwadratowe	2
La3	Rekurencje, szeregi Czebyszewa	2
La4	Metoda bisekcji	2
La5	Metoda Newtona	2
La6	Metoda trapezów	2
La7	Kwadratury Gaussa	4
La8	Kwadratury Clenshawa	2
La9	Metoda eliminacji, współczynnik uwarunkowania	4
La10	Metoda najmniejszych kwadratów	4
La11	Obliczanie wartości własnych	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacje przekazywanej wiedzy z wykorzystaniem projektora N2. Środki audiowizualne w przekazywaniu materiałów demonstracyjnych N3. Laboratorium komputerowe, rozwiązywanie praktycznych problemów z wykorzystaniem wybranego pakietu do obliczeń numerycznych N4. Wyszukiwanie i studiowanie literatury naukowej w zasobach Biblioteki PWR

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01,	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Oceny za oddawane ćwiczenia laboratoryjne
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

[1] "Introduction to Numerical Methods and Matlab Programming for Engineers"
--

Todd Young and Martin J. Mohlenkamp

[2] "Analiza numeryczna", D. Kincaid, W. Cheney, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2002.
--

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

[1] "Modern Computer Arithmetic" Richard P. Brent and Paul Zimmermann

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

dr hab. inż. Bartłomiej Dyda, (bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl)
--

dr inż. Wojciech Połowczuk (wojciech.polowczuk@pwr.edu.pl)
--

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	STATYSTYKA W FINANSACH I UBEZPIECZENIACH
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Statistics in Finance and Insurance
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001665WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do statystyki matematycznej

CELE PRZEDMIOTU
C1 Przedstawienie miar ryzyka i metod ich estymacji.
C2 Zapoznanie z metodami budowy modeli scoringowych i sposobami ich weryfikacji.
C3 Zastosowanie punktowych procesów znakowanych w modelowaniu napływu roszczeń.
C4 Zapoznanie z metodami prognozowania wartości zmiennej losowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 Zna miary ryzyka i metody ich estymacji PEU_W02 Zna metody budowy i weryfikacji modeli scoringowych. PEU_W03 Zna metody predykcji zmiennej losowej.
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 Potrafi szacować miary ryzyka. PEU_U02 Potrafi budować i weryfikować modele scoringowe. PEU_U03 Potrafi prognozować wartość zmiennej losowej.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rozkłady o ciężkich ogonach i rozkłady o długich ogonach.	2
Wy2	Miary ryzyka i ich estymacja (punktowa i przedziałowa).	6
Wy3	Budowa modeli scoringowych.	6
Wy4	Weryfikacja modeli scoringowych.	4
Wy5	Punktowe procesy znakowane w modelowaniu procesu napływu roszczeń.	2
Wy6	Predykcja wartości przyszłych roszczeń.	6
Wy7	Podejście bayesowskie w prognozowaniu straty.	4
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Symulacja zmiennych losowych o ciężkich ogonach i o długich ogonach.	2
Lab2	Estymacja miar ryzyka na przykładach rzeczywistych danych.	6
Lab3	Budowa modeli scoringowych i ich weryfikacja na przykładach rzeczywistych danych.	10
Lab4	Predykcja wartości przyszłych roszczeń na podstawie symulowanych procesów ich napływu.	8
Lab5	Zastosowanie metody MCMC w bayesowskim prognozowaniu straty.	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna. N2 Laboratorium. N3 Konsultacje. N4 Praca własna studenta – przygotowanie raportów z analizy danych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01, PEU_U02 PEU_U03, PEU_K01	Odpowiedzi ustne, sprawozdania
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Ruppert, D. (2004). Statistics and Finance. An Introduction. Springer Science + Business Media, New York.[2] Finlay, S. (2012). Credit Scoring, Response Modelling and Insurance Rating. A Practical Guide to Forecasting Consumer Behaviour. Palgrave Macmillan, London.[3] Geisser, S. (1993). Predictive Inference: An Introduction. CRC Press Taylor & Francis Group, New York. |
|---|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Schevchenko, P. V. (2011). Modelling Operational Risk Using Bayesian Inference. Springer.[2] Foss, S., Korshunov, D., Zachary, S. (2013). An Introduction to Heavy-Tailed and Subexponential Distributions. Springer. |
|--|

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

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita, (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl) prof. dr hab. Michał Ryznar, (michal.ryznar@pwr.edu.pl)
--

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	UCZENIE MASZYNOWE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Machine learning
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001666WI
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH	
[1]	Umiejętność programowania
[2]	Znajomość podstaw logiki

CELE PRZEDMIOTU
C1 Zapoznanie studentów z różnymi podejściami i zadaniami uczenia indukcyjnego
C2 Zapoznanie studentów z uczeniem nadzorowanym i nadzorowanym
C3 Umiejętność doboru metody do danego zadania
C4 Rozumienie roli jakości danych w maszynowym uczeniu

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 student zna metody uczenia nadzorowanego PEU_W02 student zna metody uczenia nienadzorowanego PEU_W03 student zna rolę danych i sposoby ich przygotowania do zadań indukcyjnego uczenia
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 student umie dobrać metodę do danego zadania PEU_U02 student potrafi przygotować dane do zadania indukcyjnego uczenia PEU_U03 student potrafi właściwie przeanalizować wyniki indukcyjnego uczenia
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 student potrafi wspólnie z innymi analizować wyniki uczenia indukcyjnego

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do kursu. Podstawowe pojęcia i rodzaje maszynowego uczenia, przykłady	2
Wy2	Uczenie, testowanie, uogólnianie, wymiar VC	2
Wy3	Uczenie z nauczycielem – Klasyfikacja, Regresja. Miary klasyfikacji. Przestrzeń Wersji	2
Wy4	Klasyfikacja – indukcja zbioru reguł (algorytmy ILA, AQ, i/lub inne)	2
Wy5	Uczenie drzew decyzyjnych, wnioskowanie z drzewa decyzyjnego,	2
Wy6	Metody redukcji wymiarowości danych	2
Wy7	Sieci neuronowe	2
Wy8	Overfitting, Regularization, Validation	2
Wy9	SVM i kernel	2
Wy10	Zespoły klasyfikatorów, Bagging i boosting	2
Wy11	Klasyfikacja wieloklasowa a klasyfikacja wielo-etykietowa, przykład: anotacja obrazów	2
Wy12	Uczenie nienadzorowane – Klasteryzacja. Zespoły klasteryzacji (Clustering Ensembles)	2
Wy13	Data Mining proces – idea, zadania. Wzorce częste. Przykładowy algorytm, np. A-Priori	2
Wy14	Obliczenia ewolucyjne w zadaniach data mining	2
Wy15	Sprawdzian	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia wprowadzające, omówienie zadań, warunków zaliczenia.	2
Lab2	Zapoznanie się z wybranymi środowiskami (Weka, R, Python)	2
Lab3	Ćwiczenie 1: porównanie wybranych metod klasyfikacji	2
Lab4	Ćw. 1., kontynuacja	2
Lab5	Ćw. 1., oddawanie ćwiczenia	2
Lab6	Ćwiczenie 2: wpływ selekcji atrybutów na jakość klasyfikacji – metody filter i wrapper	2
Lab7	Ćw. 2., kontynuacja	2
Lab8	Ćw. 2., oddawanie ćwiczenia	2
Lab9	Ćwiczenie 3: zespoły klasyfikatorów – wybrane sposoby podejmowania decyzji	2
Lab10	Ćw. 3., kontynuacja	2
Lab11	Ćw. 3., oddawanie ćwiczenia	2
Lab12	Ćwiczenie 4: generowanie reguł związków, analiza właściwości metody	2
Lab13	Ćw. 4., kontynuacja	2
Lab14	Ćw. 4., oddawanie ćwiczenia	2
Lab15	Podsumowanie zajęć, oddawanie zaległych ćwiczeń	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna lub prezentacja z wykorzystaniem projektora
 N2 Laboratorium
 N3 Konsultacje
 N4 Praca własna studenta – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_W03,	Sprawdzian
F2	PEK_U01 – PEK_U03, PEK_K01	Oceny za oddawane ćwiczenia laboratoryjne
F3	PEK_W02, PEK_W03	Sprawdzian
F4	PEK_K01	Ocena wyników ćwiczeń, udziału w dyskusji
P1	PEK_W01-W03	ocena z testu – wykład
$P2 = (F2+F4)/2$	PEK_U01 – PEK_U03	Ocena wynikająca z sumy zdobytych punktów za poszczególne ćwiczenia
$P = 0,5*P2+0,3*P1+0,2*(F1+F3)$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] "Introduction to Machine Learning". Second Edition. Ethem Alpaydın. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2010.
 [2] „Systemy uczące się”. Cichosz Paweł. WNT, 2009.
 [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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [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.
 [2] "Machine Learning", Tom Mitchell, McGraw Hill, 1997.
 [3] "A Course in Machine Learning", Hal Daumé III, Copyright © 2012 Hal Daumé III

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

Prof. dr hab. inż. Halina Kwaśnicka, halina.kwasnicka@pwr.edu.pl
 dr hab. Bartłomiej Dyda, bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	STATYSTYKA MATEMATYCZNA
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Mathematical Statistics
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001368Wcl
Grupa kursów	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	210				
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	7				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	4				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
Zna podstawowe pojęcia statystyki matematycznej, w tym pojęcie statystyki dostatecznej, zupełnej. Zna model statystyczny z wykładniczą rodziną rozkładów i jego własności. Zna podstawowe graniczne własności estymatorów. Zna podstawowe metody wnioskowania statystycznego: estymacji (punktowej i przedziałowej) i testowania hipotez. Zna podstawowe kryteria optymalności estymatorów i testów statystycznych.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć używanych w teoriodecyzyjnym podejściu do wnioskowań statystycznych. C2 Poznanie bayesowskiego podejścia do wnioskowań statystycznych i zasady minimaksu we wnioskowaniach statystycznych. C3 Poznanie metod wyznaczania bayesowskich i minimaksowych funkcji decyzyjnych. C4 Poznanie ogólnych twierdzeń dotyczących wyboru najlepszych, względem funkcji ryzyka, funkcji decyzyjnych. C5 Nabycie umiejętności porównywania funkcji decyzyjnych względem funkcji ryzyka.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna podstawowe pojęcia używane w teoriodecyzyjnym podejściu do wnioskowań statystycznych PEU_W02 zna bayesowskie podejście do wnioskowań statystycznych i zasadę minimaksu we wnioskowaniach statystycznych PEU_W03 zna metody wyznaczania bayesowskich i minimaksowych funkcji decyzyjnych PEU_W04 zna ogólne twierdzenia dotyczące wyboru optymalnych funkcji decyzyjnych Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi wyznaczać bayesowskie i minimaksowe funkcje decyzyjne PEU_U02 potrafi porównywać funkcje decyzyjne względem funkcji ryzyka

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEU_K02 potrafi twórczo współżyć w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia teorii statystycznych funkcji decyzyjnych.	2
Wy2	Funkcje straty stosowane w statystycznych problemach decyzyjnych	2
Wy3	Randomizacja funkcji decyzyjnych i zrandomizowana gra statystyczna.	2
Wy4	Dopuszczalność funkcji decyzyjnych i klasy zupełne.	4
Wy5	Nieobciążoność funkcji decyzyjnych.	2
Wy6	Bayesowskie funkcje decyzyjne.	2
Wy7	Sprzężone rodziny rozkładów a priori. Nieinformujące rozkłady a priori.	4
Wy8	Metody wyznaczania estymatorów bayesowskich.	2
Wy9	Testy bayesowskie.	2
Wy10	Dopuszczalność bayesowskich funkcji decyzyjnych.	2
Wy11	Minimaksowe funkcje decyzyjne.	2
Wy12	Metody wyznaczania minimaksowych funkcji decyzyjnych.	2
Wy13	Dopuszczalność minimaksowych funkcji decyzyjnych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykłady gier statystycznych.	6
Ćw2	Badanie dopuszczalności i nieobciążoności funkcji decyzyjnych.	6
Ćw3	Przykłady bayesowskich funkcji decyzyjnych.	2
Ćw4	Wyznaczanie sprzężonych rodzin rozkładów w konkretnych modelach statystycznych.	4
Ćw5	Wyznaczanie estymatorów bayesowskich.	2
Ćw6	Wyznaczanie testów bayesowskich.	2
Ćw7	Badanie dopuszczalności bayesowskich funkcji decyzyjnych.	2
Ćw8	Wyznaczanie minimaksowych funkcji decyzyjnych.	4
Ćw15	Badanie dopuszczalności minimaksowych funkcji decyzyjnych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba

		godzin
La1 La2 La3 La4	Przykłady gier statystycznych.	6
La5 La6 La7 La8	Badanie dopuszczalności i nieobciążoności funkcji decyzyjnych.	6
La9 La10 La11 La12	Przykłady bayesowskich funkcji decyzyjnych.	2
La13 La14 La15	Wyznaczanie sprzężonych rodzin rozkładów w konkretnych modelach statystycznych.	4
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład informacyjny, problemowy, metoda tradycyjna, częściowo multimedialna.
N2 Ćwiczenia.
N3 Laboratorium.
N4 Konsultacje
N5 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie sprawozdań z laboratorium.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kolokwia
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Egzamin
$P=0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Magiera R. Statystyczne funkcje decyzyjne. GiS, Wrocław, 2016.[2] Krzyśko M. Statystyka matematyczna. Wydawnictwo Naukowe UAM w Poznaniu, 1996.[3] Trybuła S. Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 2001.[4] Bartoszewicz J. Wykłady ze statystyki matematycznej. PWN, Warszawa, 1996.[5] Magiera R. Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne. GiS, Wrocław 2007. |
|--|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">[1] Berger J. O. Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. Springer-Verlag, New York, 1985.[2] Jokiel-Rokita A., Magiera R. Modele i metody statystyki matematycznej w zadaniach. GiS, Wrocław, 2005, wydanie 3. |
|--|

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

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita (alicja.jokiel-rokita@pwr.edu.pl) dr hab. Maciej Wilczyński (maciej.wilczynski@pwr.edu.pl)
--

WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU STOCHASTYCZNE MODELE KONTRAKTÓW TERMINOWYCH Stochastic Models for Futures Contracts in Banking and Share Dealing Matematyka	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kierunek studiów	
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	wybieralny
Kod przedmiotu	MAT001724Wc
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Wstęp do Matematyki Finansów.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie podstawowych pojęć i opanowanie wiedzy z zakresu matematyki finansowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z matematyki finansowej PEU_W02 zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w matematyce finansowej Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Model Blacka-Scholesa. Metoda martyngałowa.	4
Wy2	Model Blacka-Scholesa. Metoda równań różniczkowych cząstkowych.	4
Wy3	Analiza wrażliwości.	2
Wy4	Modelowanie struktury terminowej.	2
Wy5	Stopy forward. Chwilowa stopa procentowa.	2
Wy6	Model Vasicka.	2
Wy7	Model Coxa-Ingersona-Rossa.	2
Wy8	Model Heatha-Jarrowa-Mortona.	4
Wy9	Kalibracja instrumentów stopy procentowej.	4
Wy10	Instrumenty na ryzyko kredytowe.	4
Suma godzin		30

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] A. Weron, R. Weron (1998) Inżynieria finansowa, WNT.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</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.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Agnieszka Wyłomańska (agnieszka.wylomanska@pwr.wroc.pl) Dr Joanna Janczura (joanna.janczura@pwr.wroc.pl)

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Praca dyplomowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Diploma Thesis
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001727D
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					540
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					18
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					10
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					10

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Rachunek prawdopodobieństwa 2. Statystyka matematyczna 3. Procesy stochastyczne

CELE PRZEDMIOTU
C1 Napisanie pracy. Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych dziedzinach matematyki

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 opanuje nowe zagadnienia matematyczne PEU_W02 opanuje metodę pisania prac matematycznych Z zakresu umiejętności student PEU_U1 potrafi samodzielnie napisać poprawną pracę matematyczną PEU_U2 potrafi samodzielnie analizować literaturę związaną z opracowywanym zagadnieniem Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 wykazuje się samodzielnością zawodową PEU_K2 potrafi samodzielnie prezentować nowe zagadnienia matematyczne PEU_K3 rozumie zasady ochrony własności intelektualnej

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
--

Praca własna studenta – wyszukiwanie informacji, pisanie pracy, analiza danych rzeczywistych

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W1 PEU_U1 PEU_U2 PEU_K1 PEU_K2 PEU_K3	Ocena pracy własnej studenta, ocena pracy dyplomowej
P=F1		

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

Komisja Programowa kierunku Matematyka

	WYDZIAŁ MATEMATYKI KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim	SEMINARIUM DYPLOMOWE
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Diploma Seminar
Kierunek studiów	Matematyka
Specjalność	
Stopień studiów i forma	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy
Kod przedmiotu	MAT001728S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					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)					5
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)					2

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Zna rachunek prawdopodobieństwa, statystykę matematyczną oraz procesy stochastyczne.

CELE PRZEDMIOTU
C1 Poznanie nowych osiągnięć i metod używanych w różnych zastosowaniach matematyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
Z zakresu wiedzy student PEU_W01 zna zasady redagowania artykułów oraz prac matematycznych
Z zakresu umiejętności student PEU_U01 potrafi przygotować krótką prezentację przy użyciu nowoczesnych narzędzi do budowy prezentacji. PEU_U02 potrafi wygłosić krótki wykład.
Z zakresu kompetencji społecznych student PEU_K01 rozumie pojęcie plagiatu PEU_K02 potrafi w sposób zwięzły przedstawić problem matematyczny

TREŚCI PROGRAMOWE	
Forma zajęć - seminarium	Liczba godzin

Se1-Se15	Zawartość tematyczna: prezentacje wyników przygotowywanych rozpraw magisterskich uczestników seminarium.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Seminarium problemowe, prezentacja, wykład problemowy, wykład informacyjny	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena prezentacji, wykładu informacyjnego bądź problemowego przygotowanego przez studenta
P=F1		

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Tadeusz Kulczycki

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Functional-Analytic Methods in Partial Differential Equations**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstawowych faktów i metod rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.
2. Znajomość podstawowych faktów z teorii miary
3. Znajomość podstawowych faktów z analizy funkcjonalnej.
4. Wstęp do procesów stochastycznych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Prezentacja zastosowania zaawansowanych metod analizy funkcjonalnej do badania równań różniczkowych cząstkowych
C2 Poznanie związków pomiędzy formami Dirichleta oraz półgrupami operatorów markowskich.
C3 Poznanie podstawowych pojęć teorii potencjału (miara harmoniczna, funkcja Greena).

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy student**

PEU_W01 zna zastosowania metod analizy funkcjonalnej do rozwiązywania eliptycznych i parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych,
PEU_W02 zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych cząstkowych,
PEU_W03 zna definicje formy Dirichleta oraz reprezentację Beurling-Deny'ego.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi podać związki między analizą funkcjonalną a równaniami różniczkowymi cząstkowymi,
PEU_U01 potrafi podać związki między formami kwadratowymi a półgrupami operatorów markowskich,
PEU_U03 potrafi podać związki pomiędzy równaniami cząstkowymi a procesami stochastycznymi.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,

PEU_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu,
 PEU_K03 potrafi być osobą odpowiedzialną i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy,
 PEU_K04 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Słabe pochodne: definicja i podstawowe własności. Definicja przestrzeni Sobolewa.	2
Wy2	Aproksymacja i przedłużenia funkcji z przestrzeni Sobolewa (z dowodami wybranych rezultatów).	3
Wy3	Nierówności Nirenberga-Gagliardo-Sobolewa. Twierdzenia Sobolewa o włożeniu.	3
Wy4	Ślady.	2
Wy5	Twierdzenie Laxa-Milgrama (z dowodem).	2
Wy6	Równania eliptyczne liniowe drugiego rzędu: sformułowanie wariacyjne. Słabe rozwiązania liniowych równań eliptycznych drugiego rzędu.	2
Wy7	Regularność słabych rozwiązań równań eliptycznych drugiego rzędu.	3
Wy8	Równania liniowe paraboliczne drugiego rzędu i ich słabe rozwiązania (bez dowodów).	3
Wy9	Półgrupy operatorów markowskich na L^2 (generator, rezolwenta) i ich związki z równaniami parabolicznymi. Formy Dirichleta.	4
Wy10	Procesy Hunta (własności Markowa, quasi-lewostronna ciągłość).	2
Wy11	Reprezentacja Beurling-Deny'ego w kontekście ciągłości, skoków oraz zabijania procesu stochastycznego.	2
Wy12	Elementy teorii potencjału (miara harmoniczna i funkcja Greena) i jej związki z równaniami cząstkowymi.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- Ćw15	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna	
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna	
N3 Konsultacje	
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01, PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01-PEU_W03 PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K05	kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] L. C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN, 2002

- [2] D. W. Stroock, Partial Differential Equations for Probabilists, Cambridge University Press, 2008
- [3] M. Fukushima, Y. Oshima, M. Takeda, Dirichlet Forms and Symmetric Markov Processes, de Gruyter, 2010

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] F. John, Partial Differential Equations, wydanie trzecie, Springer, 1978.
- [5] G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, wydanie drugie, Princeton University Press, 1995.
- [6] E. B. Dynkin, Markov Processes, Springer, 1965.

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

Prof. dr hab. Janusz Mierczyński (Janusz.Mierczynski@pwr.edu.pl)

Dr hab. Tomasz Grzywny, prof. PWr (tomasz.grzywny@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Technologie webowe w procesie analityki danych**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Web Technologies in Data Pipelines**

Kierunek studiów: **Matematyka**

Specjalność:

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu:

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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student zna podstawy wybranego języka programowania (Python).
2. Student zna podstawy korzystania z komputera z poziomu powłoki tekstowej (BASH).
3. Student zna podstawy wybranego silnika relacyjnych baz danych (MySQL lub podobny).
4. Student zna podstawy pracy w rozproszonym systemie kontroli wersji (git).

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie technik pozyskiwania danych z aplikacji webowych.
C2 Opanowanie technik wizualizacji danych w aplikacjach webowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna praktyczne, prawne i etyczne aspekty pozyskiwania danych z aplikacji webowych.

PEU_W02 Student zna podstawowe zasady działania aplikacji webowych.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi pozyskać dane z aplikacji webowej na różne sposoby.

PEU_U02 Student potrafi zbudować aplikację webową z interaktywną wizualizacją danych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji i współpracy z przedstawicielami innych zawodów.

PEU_K02 Student jest przygotowany do pracy zespołowej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do przedmiotu – podstawy działania stron www; budowa zapytań HTTP, nagłówki user-agent; pojęcia serwera, ciasteczek, API, REST; metody autoryzacji.	2
Wy2	Infrastruktura aplikacji webowych – standard HTML, struktura drzewa dokumentu, tagi semantyczne.	2
Wy3	Infrastruktura aplikacji webowych – standard CSS, selektory elementów i pseudoelementów.	2
Wy4	Infrastruktura aplikacji webowych – język EcmaScript.	2
Wy5	Infrastruktura aplikacji webowych – dynamiczne strony w języku Python.	2
Wy6	Infrastruktura aplikacji webowych – połączenie aplikacji webowej z wybraną bazą danych; konteneryzacja aplikacji webowych.	2
Wy7	Pozyskiwanie danych z aplikacji webowych – korzystanie z API stron internetowych.	2
Wy8	Pozyskiwanie danych z aplikacji webowych – podstawy automatyzacji: parsowanie drzewa dokumentu i hurtowe pobieranie plików.	2
Wy9	Pozyskiwanie danych z aplikacji webowych – scrapowanie danych ze stron internetowych; zagadnienia prawne i etyczne scrapowania.	2
Wy10	Pozyskiwanie danych z aplikacji webowych – pozyskiwanie danych i automatyzacja za pomocą silnika przeglądarki.	2
Wy11	Budowanie interaktywnych wizualizacji danych – wstęp do tematyki tworzenia dashboardów, przykładowa infrastruktura aplikacji.	2
Wy12	Budowanie interaktywnych wizualizacji danych – biblioteki ES do wizualizacji danych oraz komunikacji wyników matematycznych i statystycznych.	2
Wy13	Budowanie interaktywnych wizualizacji danych – interaktywne elementy i popularne schematy.	2

Wy14	Budowanie interaktywnych wizualizacji danych – opracowywanie statycznego eksportu raportu na podstawie dashboardu.	2
Wy15	Podsumowanie wykładu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie wykorzystywanego środowiska programistycznego oraz infrastruktury na zajęcia.	2
La2	Analiza zapytań i odpowiedzi HTTP; Ćwiczenia z języka HTML.	2
La3	Eksperymentowanie na istniejącej stronie z poziomu przeglądarki; Ćwiczenia z języka CSS; Tworzenie reaktywnej strony.	2
La4	Ćwiczenia z języka EcmaScript; Dodawanie liczników oraz obsługa zdarzeń; Omówienie wybranego reaktywnego frameworku Bootstrap do szybkiego prototypowania interfejsów aplikacji webowych.	2
La5	Budowa dynamicznej aplikacji w języku Python za pomocą biblioteki Flask; Pojęcie szablonów; Konfiguracja serwera www.	2
La6	Łączenie aplikacji webowej z bazą danych; Konteneryzacja aplikacji za pomocą narzędzia Docker.	2
La7	Ćwiczenia z pozyskiwania danych z API wybranej aplikacji webowej.	2
La8	Ćwiczenia z parsowania stron internetowych za pomocą biblioteki BeautifulSoup; Automatyzacja pobierania wszystkich plików PDF z wybranej strony internetowej.	2
La9	Ćwiczenia ze scrapowania wybranej strony internetowej; Biblioteka Scrapy.	2
La10	Ćwiczenia z pozyskiwania danych ze stron wymagających obsługi JavaScript; Biblioteka Selenium; Automatyzacja zadań wykonywanych przez przeglądarkę.	2
La11	Budowa szkieletu aplikacji do interaktywnej wizualizacji danych; System logowania zabezpieczający aplikację.	2
La12	Wizualizacja danych za pomocą między innymi bibliotek Plotly i D3.JS; Wykorzystanie bibliotek MathJax oraz JSXGraph.	2
La13	Rozbudowa aplikacji o pojęcie paneli; Tworzenie obiektowego systemu ułatwiającego rozbudowę paneli o kolejne elementy.	2
La14	Ćwiczenia z generowania statycznych raportów HTML oraz PDF na podstawie dashboardu.	2
La15	Podsumowanie laboratorium.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład multimedialny z elementami tradycyjnego.
N2. Laboratorium komputerowe.
N3. Praca własna studenta.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02 PEU_U02	Indywidualny projekt strony internetowej.
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Sprawozdanie dotyczące pozyskiwania i integracji różnych źródeł informacji.
F3	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Projekt grupowy dashboardu prezentującego podsumowanie danych oraz wyniki prostej analizy.
$P = 0.25 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2 + 0.5 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] K. Dale, <i>Data Visualization with Python and JavaScript</i>, O'Reilly 2022, wydanie 2. [2] R. Mitchell, <i>Web Scraping with Python</i>, O'Reilly 2018, wydanie 2. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. Duckett, <i>HTML & CSS: Design and Build Websites</i>, Wiley 2011, wydanie 1. [2] D. Flanagan, <i>JavaScript: The Definitive Guide</i>, O'Reilly 2020, wydanie 7. [3] M. Grinberg, <i>Flask Web Development</i>, O'Reilly 2018, wydanie 2. [4] V. M. Grippa, S. Kuzmichev, <i>Learning MySQL</i>, O'Reilly 2021, wydanie 2. [5] L. Perkins, E. Redmond, J. Wilson, <i>Seven Databases in Seven Weeks</i>, Pragmatic Bookshelf 2018, wydanie 2. [6] S. P. Kane, K. Matthias, <i>Docker: Up & Running</i>, O'Reilly 2023, wydanie 3.
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Zaawansowane sieci neuronowe**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Advanced neural networks**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
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)	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Programowanie Python, podstawy uczenia maszynowego
2. Analiza wielu zmiennych (gradient)
3. Podstawy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Utrwalenie poznanych mechanizmów działania sieci neuronowej
C2 Zapoznanie studentów z algorytmami uczenia sieci
C3 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi typami architektury sieci neuronowych
C4 Umiejętność konstrukcji i doboru odpowiedniej sieci neuronowej w zależności od zastosowań

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna podstawowe pojęcia teoretyczne (neuron, funkcja kosztu, entropia)

PEU_W02 Student zna algorytmy gradientu, propagacji wstecznej i optymalizacji

PEU_W03 Student zna nowoczesne modele sieciowe i ich typowe zastosowania

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi przygotować dane i używać bibliotek programistycznych służących do wdrażania sieci neuronowych (TensorFlow, Keras)

PEU_U02 Student potrafi skonstruować sieć neuronową adekwatną do danego zadania

PEU_U02 Student potrafi stosować statystyczne metody ewaluacji sieci neuronowych i umie przeanalizować osiągnięte rezultaty.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi pracować w zespole i komunikować osiągnięte rezultaty w formie pisemnej i ustnej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu sieci neuronowych. Model neuronu. Sieci wielowarstwowe. Algorytm propagacji wstecznej (wyprowadzenie wzoru).	2
Wy2	Twierdzenie o uniwersalnej aproksymacji.	2
Wy3- Wy5	Pogłębienie technik zaawansowanych: zastosowanie sieci do generacji nowych obrazów, używanie sieci wstępnie wyuczonych (transfer learning), Style GAN, kruchość mechanizmu uczenia (adversarial attacks).	6
Wy6- Wy7	Reinforcement learning, Q-learning.	4
Wy8- Wy9	Algorytm AlphaZero.	4
Wy10 - Wy12	“Attention is all you need” – analiza i wykorzystanie mechanizmu self-attention do przetwarzania języka naturalnego.	6
Wy13 - Wy14	Diffusion models.	4
Wy15	Próby interpretacji matematycznej mechanizmu uczenia sieci. Test.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1- La3	Porównanie rozwiązań klasycznego uczenia maszynowego i sieci neuronowych. Praca z plikami w różnych formatach, wizualizacje, tablice	6

	wielowymiarowe numpy. Przetwarzanie obrazów, elementy bibliotek pillow.	
La4-La6	Realizacja efektywna zaawansowanych technik sieciowych.	6
La7-La9	Implementacja i zastosowanie algorytmu AlphaZero.	6
La10	Oddawanie projektu.	2
La11-La12	Elementy biblioteki Pytorch	4
La13-La14	Wykorzystania modeli klasy Transformers do analizy tekstu.	4
La15	Diffusion models.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład N2. Laboratorium N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W03	Test na wykładzie
F2	PEU_U01-PEU_U03	Punkty zdobyte w ciągu semestru za zadania i ćwiczenia
F3	PEU_K01	Punkty za ćwiczenia wykonywane w zespole i prezentację wyników
$P = 25\%F1 + 55\%F2 + 20\%F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] “Deep Learning”. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville [2] “Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow”. Aurélien Géron [3] “Neural Networks and Deep Learning”. Michael Nielsen [4] “Natural Language Processing with Transformers”. Lewis Tunstall et al. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] “Introduction to Machine Learning”. Second Edition. Ethem Alpaydm. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2010. [2] „Systemy uczące się”. Cichosz Paweł. WNT, 2009.
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr inż. Karol Szczypkowski (karol.szczypkowski@pwr.edu.pl)