

# PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: **MATEMATYKI**

KIERUNEK STUDIÓW: **MATEMATYKA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **matematyka**

POZIOM KSZTAŁCENIA: **studia pierwszego stopnia (licencjackie)**

FORMA STUDIÓW: **stacjonarna**

PROFIL: **ogólnoakademicki**

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: **polski**

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: **2021/2022**

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**

**Poziom studiów:** studia pierwszego stopnia

**Profil:** ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

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

Dyscyplina: **matematyka**

Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia - 6 poziom PRK

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia studiów - 6 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K1MAT\_W1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K1MAT\_U1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K1MAT\_K1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

S1MTE\_W1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza” dla specjalności **matematyka teoretyczna**

S1MTE\_U1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności” dla specjalności **matematyka teoretyczna**

S1SAD\_W1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza” dla specjalności **statystyka matematyczna i analiza danych**

S1SAD\_U1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności” dla specjalności **statystyka matematyczna i analiza danych**

S1MIF\_W1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „wiedza” dla specjalności **matematyka informatyczna**

S1MIF\_U1, ... - efekty specjalnościowe dot. kategorii „umiejętności” dla specjalności **matematyka informatyczna**

**Kierunkowe efekty uczenia się**

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Matematyka (MAT)</b> 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 poziomach 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającących uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K1MAT_W01	Rozumie cywilizacyjne znaczenie matematyki i jej zastosowań	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W02	Rozumie rolę i znaczenie konstrukcji oraz rozumowań matematycznych	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W03	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Analizy Matematycznej	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W04	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Algebry Liniowej oraz Algebry Abstrakcyjnej	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W05	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Teorii Mnogości i Matematyki Dyskretnej	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W06	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Rachunku Prawdopodobieństwa	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W07	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Statystyki Matematycznej	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W08	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Topologii Przestrzeni Metrycznych	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W09	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Teorii Miary	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W10	Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia Analizy Funkcjonalnej	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W11	Zna podstawowe twierdzenia i metody Teorii Równań Różniczkowych	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W12	Ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W13	Zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny matematyki z innymi działami matematyki oraz podstawy modelowania matematycznego	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W14	Zna techniki informatyczne wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W15	Zna podstawowe metody obliczeń numerycznych i symbolicznych stosowane w poznanych działach matematyki	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W16	Zna przynajmniej jeden język programowania	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W17	Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy matematyka	P6U_W	P6S_WK	
K1MAT_W18	Zna podstawowe uwarunkowania prawne i etyczne działalności naukowej i dydaktycznej matematyka	P6U_W	P6S_WK	
K1MAT_W19	Zna pojęcie plagiatu i rozumie znaczenie uczciwości intelektualnej	P6U_W	P6S_WK	

K1MAT_W20	Zna metody organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem	P6U_W	P6S_WK	
	Osiąga efekty uczenia się w kategorii wiedza na specjalnościach: 1) matematyka teoretyczna – stanowiące załącznik nr 1, 2) statystyka matematyczna i analiza danych – stanowiące załącznik nr 2. 3) matematyka informatyczna – stanowiące załącznik nr 3.			
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K1MAT_U01	Potrafi posługiwać się językiem i twierdzeniami logiki matematycznej	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U02	Umie stosować metodę indukcji matematycznej oraz posługiwać się pojęciem rekursji	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U03	Potrafi posługiwać się pojęciami oraz operacjami teorii mnogościowymi	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U04	Umie badać, modelować i rozwiązywać problemy dyskretne	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U05	Potrafi posługiwać się pojęciami i narzędziami analizy matematycznej funkcji zmiennych rzeczywistych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U06	Potrafi posługiwać się pojęciami i narzędziami analizy zespolonej	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U07	Potrafi wykorzystywać narzędzia i metody numeryczne do rozwiązywania zagadnień analitycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U08	Potrafi posługiwać się pojęciami i narzędziami algebry liniowej	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U09	Potrafi wykonywać obliczenia w abstrakcyjnych strukturach algebraicznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U10	Dostrzega obecność głównych struktur algebraicznych w różnych działach matematyki i informatyki	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U11	Potrafi rozwiązywać podstawowe zagadnienia równań różniczkowe oraz potrafi je interpretować w języku geometrycznym	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U12	Rozpoznaje i określa najważniejsze własności topologiczne podzbiorów przestrzeni metrycznych oraz funkcji i potrafi je wykorzystać do rozwiązywania zadań o charakterze jakościowym	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U13	Rozpoznaje problemy, w tym zagadnienia praktyczne, które można rozwiązać algorytmicznie i potrafi dokonać specyfikacji takiego problemu	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U14	Umie ułożyć i analizować algorytm zgodny ze specyfikacją i zapisać go w wybranym języku programowania	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U15	Potrafi skompilować, uruchomić i testować napisany samodzielnie program komputerowy	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U16	Umie wykorzystywać programy komputerowe do analizy danych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U17	Potrafi zbudować i przeanalizować model matematyczny eksperymentu losowego z wykorzystaniem formalizmu aksjomatycznej teorii prawdopodobieństwa	P6U_U	P6S_UW	

K1MAT_U18	Umie posługiwać się pojęciem zmiennej losowej i jej rozkładu oraz analizować i wykorzystywać twierdzenia graniczne rachunku prawdopodobieństwa	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U19	Potrafi przeprowadzać proste wnioskowania statystyczne, także z wykorzystaniem profesjonalnych komputerowych pakietów statystycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U20	Potrafi wyznaczać optymalne, względem różnych kryteriów, estymatory i testy w podstawowych modelach statystycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U21	Potrafi poprawnie interpretować w oparciu o teorię prawdopodobieństwa i twierdzenia statystyki matematycznej wyniki analiz statystycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U22	Potrafi stosować podstawowe twierdzenia teorii miary	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U23	Potrafi wykorzystać własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta w różnych zagadnieniach matematycznych i fizycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U24	Rozpoznaje struktury matematyczne w teoriach fizycznych	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U25	Posługuje się co najmniej jednym językiem obcym na poziomie średniozaawansowanym (B2)	P6U_U	P6S_UK	
K1MAT_U26	Potrafi mówić o zagadnieniach matematycznych zrozumiałym, potocznym językiem	P6U_U	P6S_UK	
K1MAT_U27	Potrafi samodzielnie korzystać z literatury fachowej oraz planować i organizować pracę w zespole	P6U_U	P6S_UW, P6S_UU, P6S_UO	
K1MAT_U28	Potrafi samodzielnie napisać opracowanie na zadany temat w języku polskim i angielskim	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK	
K1MAT_U29	Potrafi wygłosić prezentację na zadany temat w języki polskim i angielskim	P6U_U	P6S_UK	
	Osiąga efekty uczenia się w kategorii umiejętności na specjalnościach: 1) matematyka teoretyczna – stanowiące załącznik nr 1, 2) statystyka matematyczna i Analiza Danych – stanowiące załącznik nr 2, 3) matematyka informatyczna – stanowiące załącznik nr 3.			
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K1MAT_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K02	Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	P6U_K		
K1MAT_K03	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	P6U_K		
K1MAT_K04	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu matematyka	P6U_K	P6S_KK, P6S_KR	

K1MAT_K05	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K06	Rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność	P6U_K	P6S_KO, P6S_KR	
K1MAT_K07	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO	P6S_KO	
K1MAT_K08	Rozumie potrzebę poznawania innych dziedzin nauki, także w zakresie przedmiotów humanistycznych i społecznych	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K09	Dbą o zachowanie sprawności fizycznej przydatnej w pracy zawodowej	P6U_K		

**Wydział: MATEMATYKI**  
**Kierunek studiów: Matematyka**  
**Specjalność: matematyka teoretyczna**

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>matematyka teoretyczna (MTE)</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającących uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S1MTE_W01	Zna podstawowe definicje, twierdzenia i metody badawcze właściwe dla wybranej dziedziny matematyki	P6U_W	P6S_WG	
S1MTE_W02	Zna podstawy teoretyczne modeli matematycznych i ich praktyczne zastosowania	P6U_W	P6S_WG	
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S1MTE_U01	Potrafi posługiwać się pojęciami i metodami wybranej gałęzi matematyki do rozwiązywania problemów i zagadnień właściwych dla danej dziedziny	P6U_U	P6S_UW	
S1MTE_U02	Umie wybrać i zastosować odpowiednie modele matematyczne do rozwiązania problemów praktycznych	P6U_U	P6S_UW	

Wydział: MATEMATYKI

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: statystyka matematyczna i analiza danych (SAD)

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>statystyka matematyczna i analiza danych (SAD)</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającących uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S1SAD_W01	Zna podstawy matematyczne wnioskowania statystycznego dotyczącego estymacji i testowania hipotez	P6U_W	P6S_WG	
S1SAD_W02	Zna ważne, pod względem teoretycznym i praktycznym, ogólne modele statystyki matematycznej	P6U_W	P6S_WG	
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S1SAD_U01	Umie prowadzić proste wnioskowania statystyczne, także z wykorzystaniem narzędzi komputerowych	P6U_U	P6S_UW	
S1SAD_U02	Potrafi wyznaczać optymalne, względem różnych kryteriów, estymatory i testy w podstawowych modelach statystycznych	P6U_U	P6S_UW	
S1SAD_U03	Potrafi poprawnie interpretować (w oparciu o teorię prawdopodobieństwa i twierdzenia statystyki matematycznej) wyniki analiz statystycznych	P6U_U	P6S_UW	
S1SAD_U04	Potrafi wykorzystywać profesjonalne pakiety statystyczne do analizy danych	P6U_U	P6S_UW	



**Wydział: MATEMATYKI**

**Kierunek studiów: Matematyka**

**Specjalność: matematyka informatyczna (MIF)**

Symbol specjalnościowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla specjalności <b>matematyka informatyczna (MIF)</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do ogólnych charakterystyk efektów		
		Uniwersalna charakterystyka pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
S1MIF_W01	Zna podstawowe metody konstrukcji algorytmów z wybranych działów współczesnej informatyki	P6U_W	P6S_WG	
S1MIF_W02	Zna podstawowe narzędzia matematyczne do analizy poprawności i efektywności algorytmów	P6U_W	P6S_WG	
S1MIF_W03	Posiada wiedzę niezbędną do analizy podstawowych problemów informatycznych	P6U_W	P6S_WG	
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
S1MIF_U01	Umie stworzyć algorytm dostosowany do rozwiązywania problemu	P6U_U	P6S_UW	
S1MIF_U02	Umie ocenić algorytm eksperymentalnie i analitycznie	P6U_U	P6S_UW	
S1MIF_U03	Wykorzystuje wiedzę matematyczną do analizy i optymalizacji rozwiązań informatycznych	P6U_U	P6S_UW	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

<b>Kierunek studiów:</b> MATEMATYKA	<b>Profil:</b> ogólnouczelniany
<b>Poziom studiów:</b> licencjackie	<b>Forma studiów:</b> stacjonarna

### 1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 6</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 180</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 1965</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</i>  Podstawą decyzji o przyjęciu na studia I stopnia jest wskaźnik rekrutacyjny, o którego wartości decydują wybrane wyniki egzaminu maturalnego
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i>  Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku matematyka absolwent otrzymuje tytuł zawodowy licencjata, potwierdzony dyplomem ukończenia studiów wyższych pierwszego stopnia wydanym przez Politechnikę Wrocławską.	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</i>  Absolwent będzie posiadać podstawową wiedzę z zakresu matematyki i jej zastosowań. Absolwent zdobędzie umiejętność: <ol style="list-style-type: none"><li>1. przeprowadzania rozumowań matematycznych, w szczególności klarownej identyfikacji założeń i konkluzji,</li><li>2. dokonywania złożonych obliczeń,</li><li>3. przedstawiania treści matematycznych w mowie i piśmie,</li><li>4. wydobywania informacji jakościowych z danych ilościowych,</li><li>5. formułowania problemów w sposób matematyczny w postaci symbolicznej, ułatwiającej ich analizę i rozwiązanie,</li></ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. korzystania z modeli matematycznych i statystycznych niezbędnych w zastosowaniach matematyki i statystyki i rozwijania ich,</li> <li>7. posługiwania się narzędziami informatycznymi przy rozwiązywaniu teoretycznych i aplikacyjnych problemów matematycznych i statystycznych,</li> <li>8. wyznaczania optymalnych, względem różnych kryteriów, estymatorów i testów w podstawowych modelach statystycznych,</li> <li>9. przeprowadzania statystycznej analizy danych z wykorzystaniem profesjonalnych pakietów statystycznych,</li> <li>10. samodzielnego pogłębiania wiedzy matematycznej i statystycznej.</li> <li>11. Absolwent będzie znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umieć posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu matematyki. Możliwość zatrudnienia: matematyk lub statystyk w bankach, firmach ubezpieczeniowych, firmach windykacyjnych, ośrodkach badania opinii społecznej, firmach marketingowych i reklamowych oraz w jednostkach prowadzących badania naukowe.</li> </ol>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>na studiach II stopnia czterosemestralnych, na kierunku matematyka lub kierunkach pokrewnych.</p>	<p><i>1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p>Absolwenci studiów matematycznych, zwłaszcza o kompetencjach statystycznych i informatycznych są poszukiwanymi specjalistami na współczesnym rynku pracy.</p>

## 2. Opis szczegółowy

### 2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:

- dla specjalności matematyka teoretyczna (MTE):  
**W (wiedza) = 22, U (umiejętności) = 31, K (kompetencje) = 9, W + U + K = 62**
- dla specjalności statystyka matematyczna i analiza danych (SAD):  
**W (wiedza) = 22, U (umiejętności) = 33, K (kompetencje) = 9, W + U + K = 64**
- dla specjalności matematyka informatyczna (MIF):  
**W (wiedza) = 23, U (umiejętności) = 32, K (kompetencje) = 9, W + U + K = 64**

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

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

NIE DOTYCZY

**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)**

174 punkty ECTS (96,67%)

**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

Zakładane efekty uczenia się odpowiadają na współczesne zapotrzebowanie rynku pracy w kontekście matematyki, informatyki, statystyki oraz analizy danych.

**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 BU<sup>1</sup>, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)**

105 punktów ECTS (58,33%)

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	17
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	17

**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	63
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	23
Łączna liczba punktów ECTS	86

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

10 punktów ECTS

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

55 punktów ECTS (30,56%)

**3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Efekty uczenia się będą uzyskiwane podczas uczestnictwa studentów w wykładach, ćwiczeniach, laboratoriach i seminariach, jak również poprzez realizację projektów i pracę samodzielną w domu. Studenci realizują kursy według kolejności opisanej w Planie studiów. Wymagania wstępne są wymienione w kartach kursów dołączonych do niniejszego programu i mają charakter prerekwizytów w rozumieniu Regulaminu Studiów par. 9 ust. 4 i par. 13 ust. 3, o ile poprzedzone są słowem „zaliczenie”. Weryfikacja uzyskania efektów uczenia się nastąpi poprzez kolokwia, egzaminy, kartkówki oraz pracę na zajęciach.

Jednym z ważnych elementów wchodzących w skład mechanizmu uzyskiwania efektów uczenia się jest wybór specjalności. Student, w wyznaczonym przez Dziekana na początku czwartego semestru terminie, składa pod koniec tego semestru pisemną deklarację chęci wyboru

specjalności, wskazując specjalność pierwszego i drugiego wyboru. Dziekan ustala limity liczby osób na danej specjalności w danym roku akademickim oraz dokonuje przypisania studentów do specjalności, biorąc pod uwagę następujące czynniki: maksymalne ustalone limity osób na specjalnościach, deklaracje studentów dotyczące wyboru specjalności, średnie ważone ocen studentów z trzech pierwszych semestrów studiów. Na pisemny wniosek studenta Dziekan może podjąć decyzję o przeniesieniu studenta na inną specjalność po 5. semestrze studiów.

Warunkiem uzyskania dyplomu z daną specjalnością jest zrealizowanie w trakcie studiów co najmniej **trzech** kursów wybieralnych przypisanych do tej specjalności. Dokładny wykaz kursów wybieralnych i ich przypisanie do specjalności znajduje się w punkcie 4.2.3 niniejszego opisu.

## 4. Lista bloków zajęć:

### 4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

#### 4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

##### 4.1.1.1 Technologie informacyjne (min. 5 punktów ECTS):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczelni- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prak. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	INT002101W1	Zaawansowane metody programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W08 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	KO
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>					<b>3</b>	

#### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 4.1.2.1 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. o <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	FZP005001Wc	Podstawy fizyki klasycznej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_U24, K1MAT_K03 K1MAT_K04	60	180	6	6	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	PD
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>					<b>3</b>	

### 4.1.2.2 Blok Informatyka

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. o <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	INT002100Wl	Programowanie (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	60	120	4	4	2	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
2	INT002102Wcl	Algorytmy i struktury danych (GK)	2	1	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	75	210	7	7	5	T	Z(w)	-	DN	P(4)	PD
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>135</b>	<b>330</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>7</b>					<b>6</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
6	3	4	0	0	195	510	17	17	11

## 4.1.3 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002100Wc	Analiza matematyczna M1 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K05 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U05 K1MAT_U24 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W05	120	300	10	10	6	T	E(w)	-	DN	P(5)	K
2	MAT002102Wc	Algebra M1 (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U10 K1MAT_U17 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3	MAT002104Wc	Wstęp do logiki i teorii mnogości (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	180	6	6	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
4	MAT002101Wc	Analiza matematyczna M2 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K05 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U02	120	300	10	10	6	T	E(w)	-	DN	P(5)	K

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

									K1MAT_U05 K1MAT_U12 K1MAT_U13 K1MAT_U24 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W05											
5	MAT002103Wc	Algebra M2 (GK)	2	2	0	0	0	0	K1MAT_K02 K1MAT_K01 K1MAT_K04 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U10 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
6	MAT002105Wc	Topologia metryczna (GK)	2	2	0	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U04 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05 K1MAT_W12 K1MAT_W13	60	180	6	6	4	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
7	MAT002106Wc	Teoria miary (GK)	3	2	0	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U05 K1MAT_U08 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W04 K1MAT_W05 K1MAT_W08 K1MAT_W12	75	240	8	8	4	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
8	MAT002107Wc	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa (GK)	2	2	0	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W06 K1MAT_W12	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
9	MAT002108Wc	Rachunek prawdopodobieństwa (GK)	2	2	0	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W06 K1MAT_W12	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

10	MAT002109Wcl	Wstęp do statystyki matematycznej (GK)	2	2	1	0	0	K1MAT_W07 K1MAT_U16 K1MAT_U19, K1MAT_U20, K1MAT_U21, K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K03	75	240	8	8	5	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
11	MAT002111Wc	Analiza funkcjonalna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U05 K1MAT_U08 K1MAT_U09 K1MAT_U10 K1MAT_U12 K1MAT_U22 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W04 K1MAT_W08 K1MAT_W09 K1MAT_W19	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
12	MAT002112Wc	Równania różniczkowe zwyczajne (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U11 K1MAT_U13 K1MAT_U24 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W11 K1MAT_W13	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
13	MAT002110Wc	Wstęp do procesów stochastycznych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W06 K1MAT_W13	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
<b>Razem:</b>			<b>31</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>930</b>	<b>2910</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>57</b>					<b>45</b>	

### Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>31</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>930</b>	<b>2910</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>57</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

#### 4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łą- cz- na	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLT010670BK	PO-W13- - - -ST-IL,li-/15/NH1	2	0	0	0	0	K1MAT_K08	30	90	3	3	2	T	Z	O	DN		KO
2	PKT010673BK	PO-W13- - - -ST-IL,li-/15/NH2	1	0	0	0	0	K1MAT_K08	15	30	1	1	1	T	Z	O	DN		KO
3	ZMT010671BK	PO-W13- - - -ST-IL,li-/15/NS	1	0	0	0	0	K1MAT_K06 K1MAT_K07 K1MAT_K08 K1MAT_W20	15	30	1	1	1	T	Z	O	DN		KO
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>					<b>0</b>	

#### 4.2.1.2 Blok *Języki obce (min. 5 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łą- cz- na	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1	0	4	0	0	0	K1MAT_U25	60	60	2	2	1	T	Z	O	DN	P(2)	KO
2		Język obcy B2.2/C1.2	0	4	0	0	0	K1MAT_U25	60	90	3	3	2	T	Z	O	DN	P(3)	KO
<b>Razem:</b>			<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>					<b>5</b>	

#### 4.2.1.3 Blok *Zajęcia sportowe (0 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łą- cz- na	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Zajęcia sportowe	0	2	0	0	0	K1MAT_K09	30	30	0	0	0	T	Z	O			KO
2		Zajęcia sportowe	0	2	0	0	0	K1MAT_K09	30	30	0	0	0	T	Z	O			KO
<b>Razem:</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					<b>0</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	12	0	0	0	240	360	10	10	7

## 4.2.2 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.2.1 Blok kursów kierunkowych – BLOK A

(Kod bloku: MAT021000BK), wybierany na 6. semestrze studiów (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 <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT002130Wl	Wstęp do sztucznej inteligencji (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U04 K1MAT_U13 K1MAT_U16 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W07 K1MAT_W13 K1MAT_W14 K1MAT_W15	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT002131Wc	Elementy teorii gier (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_K07, K1MAT_U04, K1MAT_U05, K1MAT_U07, K1MAT_U08, K1MAT_U10, K1MAT_U13, K1MAT_U18, K1MAT_U23, K1MAT_U26, K1MAT_U27, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W12, K1MAT_W13, K1MAT_W17,	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3	MAT002132Wl	Modelowanie rynków finansowych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_U04, K1MAT_U13, K1MAT_U27, K1MAT_W01, K1MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4	MAT002133Wc	Podstawy optymalizacji (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_K06, K1MAT_U01, K1MAT_U05, K1MAT_U10, K1MAT_U11, K1MAT_U12, K1MAT_U13, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W03, K1MAT_W10, K1MAT_W12, K1MAT_W13, K1MAT_W14, K1MAT_W15	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5	MAT002134Wc	Teoria grafów (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K05, K1MAT_U04, K1MAT_U26, K1MAT_W05, K1MAT_W12	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6	MAT002135Wc	Matematyka dyskretna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K05, K1MAT_K06, K1MAT_U01, K1MAT_U02, K1MAT_U03, K1MAT_U04, K1MAT_U26, K1MAT_U27, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W05, K1MAT_W12, K1MAT_W13	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
7	MAT002136Wl	Pakiety matematyczne (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_U10, K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26, K1MAT_W01, K1MAT_W14, K1MAT_W15, K1MAT_W16	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>420</b>	<b>1050</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>21</b>					<b>14</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
14	8	6	0	0	420	1050	35	35	21

## 4.2.3 Lista bloków specjalnościowych

### 4.2.3.1 Blok kursów specjalnościowych – BLOK B1 – dla specjalności: matematyka teoretyczna (MTE)

Kod bloku: MAT021001BK, wybierany na 3. i 5. semestrze studiów

(min 10 pkt. ECTS dla specjalności matematyka teoretyczna oraz min. 5 pkt. ECTS dla pozostałych specjalności):

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002140Wc	Wstęp do algebry abstrakcyjnej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K06, K1MAT_K07, K1MAT_U01, K1MAT_U02, K1MAT_U08, K1MAT_U24, K1MAT_U26, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W05, S1MTE_W01, S1MTE_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
2	MAT002141Wc	Teoria mnogości (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03, K1MAT_K05, K1MAT_U01, K1MAT_U02, K1MAT_U03, K1MAT_W05, K1MAT_W09, S1MTE_W01, S1MTE_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	MAT002142Wc	Funkcje analityczne (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_K07, K1MAT_U01, K1MAT_U02,	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

									K1MAT_U03, K1MAT_U05, K1MAT_U06, K1MAT_U24, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W03, K1MAT_W04, S1MTE_W01, S1MTE_U01											
4	MAT002143Wc	Analiza wektorowa (GK)	2	2	0	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_U05, K1MAT_U24, K1MAT_W03, S1MTE_W01, S1MTE_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
<b>Razem:</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>240</b>	<b>600</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>12</b>					<b>8</b>	

#### 4.2.3.2 Blok kursów specjalnościowych – BLOK B2 – dla specjalności: matematyka teoretyczna (MTE)

Kod bloku: MAT021002BK, wybierany na 4. i 6. semestrze studiów

(min 10 pkt. ECTS dla specjalności matematyka teoretyczna oraz min. 5 pkt. ECTS dla pozostałych specjalności):

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. e	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002144Wc	Wstęp do układów dynamicznych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K04, K1MAT_K01, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_K06, K1MAT_U01, K1MAT_U22, S1MTE_U01, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W03, K1MAT_W04, K1MAT_W05, K1MAT_W12, K1MAT_W20	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
2	MAT002145Wc	Chaos, losowość, układy dynamiczne (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W12, K1MAT_W13, S1MTE_W01 K1MAT_U05, K1MAT_U08, K1MAT_U10, K1MAT_U12, S1MTE_U01, K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	MAT002146Wc	Topologia ogólna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_U12, K1MAT_U26,	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



								K1MAT_U27, K1MAT_W08, K1MAT_W12, S1MTE_W01 S1MTE_U01											
4	MAT002147Wc	Wstęp do analizy harmonicznej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U05 K1MAT_U09 K1MAT_U10 K1MAT_U11 K1MAT_U29 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W04 K1MAT_W11 K1MAT_W19 S1MTE_W01 S1MTE_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
5	MAT002148Wc	Wstęp do teorii krat (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K06, K1MAT_K07, K1MAT_U01, K1MAT_U02, K1MAT_U04, K1MAT_U08, K1MAT_U24 K1MAT_U26, K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W05, S1MTE_W01, S1MTE_W02, S1MTE_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
6	MAT002149Wl	Metody numeryczne (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_U07, K1MAT_U24, K1MAT_U27, K1MAT_W13, K1MAT_W14, K1MAT_W15, S1MTE_W02, S1MTE_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
7	MAT002150Wc	Podstawy teorii informacji (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_U04, K1MAT_U08, K1MAT_U09, K1MAT_U26, S1MTE_U01, S1MTE_U02, K1MAT_W06, K1MAT_W12, K1MAT_W13, K1MAT_W14, K1MAT_W17, S1MTE_W01, S1MTE_W02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
<b>Razem:</b>			<b>14</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>420</b>	<b>1050</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>21</b>				<b>14</b>		

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.2.3.3 Blok kursów specjalnościowych – BLOK C1 – dla specjalności: statystyka matematyczna i analiza danych (SAD)

Kod bloku: MAT021003BK, wybierany na 4. i 6. semestrze studiów

(min 10 pkt. ECTS dla specjalności statystyka matematyczna i analiza danych oraz min. 5 pkt. ECTS dla pozostałych specjalności):

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączy zn a	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prak. e	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002160W1	Analiza przeżycia (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W07, S1SAD_W01, S1SAD_W02, K1MAT_U16, K1MAT_U20, S1SAD_U03, S1SAD_U04, K1MAT_K01, K1MAT_K02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
2	MAT002161W1	Eksploracja danych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W07, S1SAD_W01, S1SAD_W02, K1MAT_U16, K1MAT_U19, K1MAT_U27, S1SAD_U01, S1SAD_U03, S1SAD_U04, K1MAT_K01, K1MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	MAT002162W1	Metody Monte Carlo (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W14, K1MAT_W15, K1MAT_W16, S1SAD_W01, K1MAT_U14, K1MAT_U15, S1SAD_U01, K1MAT_K02, K1MAT_K01, K1MAT_K03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
<b>Razem:</b>			<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>180</b>	<b>450</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>6</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.3.4 Blok kursów specjalnościowych – BLOK C2 – dla specjalności: statystyka matematyczna i analiza danych (SAD)

Kod bloku: MAT021004BK, wybierany na 5. i 6. semestrze studiów

(min 15 pkt. ECTS dla specjalności statystyka matematyczna i analiza danych):

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	é	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. e	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002164W1	Modele regresji i ich zastosowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W07, S1SAD_W01, S1SAD_W02, K1MAT_U16, K1MAT_U20, S1SAD_U03, K1MAT_K01, K1MAT_K02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
2	MAT002165W1	Analiza szeregów czasowych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W07, S1SAD_W01, S1SAD_W02, K1MAT_U16, S1SAD_U03, S1SAD_U04, K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K05	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	MAT002166W1	Analiza danych ankietowych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W07, S1SAD_W01, S1SAD_W02, K1MAT_U20, S1SAD_U02, S1SAD_U03, K1MAT_K01, K1MAT_K02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
4	MAT002167W1	Sieci neuronowe (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U04 K1MAT_U13 K1MAT_U16 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W07 K1MAT_W13 K1MAT_W14 K1MAT_W15 S1SAD_W01 S1SAD_U01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
5	MAT002168W1	Metody nieparametryczne (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13 K1MAT_U19 K1MAT_U21 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W07	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K1MAT_W13 K1MAT_W14 K1MAT_W15 S1SAD_W01 S1SAD_U01												
<b>Razem:</b>								<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>300</b>	<b>750</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>15</b>		<b>10</b>

#### 4.2.3.5 Blok kursów specjalnościowych – BLOK D1 – dla specjalności: matematyka informatyczna (MIF)

Kod bloku: MAT021005BK, wybierany na 4. i 6. semestrze studiów

(min 10 pkt. ECTS dla specjalności matematyka informatyczna i matematyka teoretyczna oraz min 5 pkt. ECTS dla specjalności statystyka matematyczna i analiza danych):

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	INT002110W1	Bazy danych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K03, K1MAT_K04, K1MAT_K05, K1MAT_U10, K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26, K1MAT_W01, K1MAT_W14, K1MAT_W15, K1MAT_W16 S1MIF_W03 S1MIF_U03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
2	INT002111Wc	Kodowanie i teoria informacji (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01, K1MAT_W02 K1MAT_W05 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W03 S1MIF_U01 S1MIF_U03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	INT002112Wc	Wstęp do algorytmów zrandomizowanych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01, K1MAT_W02, K1MAT_W14, S1MIF_W01	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02											
4	INT002113Wc	Automatyczna weryfikacja, logiki modalne i omega-automaty (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U03 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
5	INT002114Wc	Teoretyczne podstawy informatyki i elementy logiki (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05 K1MAT_W14 K1MAT_U01 K1MAT_U03 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W03 S1MIF_U01 S1MIF_U03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
<b>Razem:</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>300</b>	<b>750</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>15</b>					<b>10</b>	

#### 4.2.3.6 Blok kursów specjalnościowych – BLOK D2 – dla specjalności: matematyka informatyczna (MIF)

Kod bloku: MAT021005BK, wybierany na 5. i 6. semestrze studiów

(min 15 pkt. ECTS dla specjalności matematyka informatyczna):

Lp	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	INT002120Wc	Algorytmiczna teoria gier (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14,	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02											
2	INT002121W1	Haskell i programowanie funkcyjne (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
3	INT002122Wc	Kryptografia i bezpieczeństwo komputerowe (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_W03 S1MIF_U01 S1MIF_U02 S1MIF_U03	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
4	INT002123Wc	Projekt programistyczny (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
5	INT002124W1	Projektowanie i implementacja aplikacji webowych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

6	INT002125W1	Uczenie maszynowe (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U16 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_W03 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
7	INT002126Wc	Wykład monograficzny informatyka (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U13, K1MAT_U14, K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W14 S1MIF_W01 S1MIF_W02 S1MIF_W03 S1MIF_U01 S1MIF_U02	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	S
<b>Razem:</b>			<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>420</b>	<b>1050</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>21</b>					<b>14</b>	

**Razem dla bloków specjalnościowych:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>62</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1860</b>	<b>4650</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>93</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr)

Nazwa praktyki		Praktyki w firmie		
Liczba punktów ECTS	Liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>	Tryb zaliczenia praktyki	Kod
6	0	0	Potwierdzenie odbycia praktyk	MAT002113Q
Czas trwania praktyki		Cel praktyki		
4 tygodnie		zapoznanie się z organizacją pracy w przedsiębiorstwie		

### 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
projekt	obrona projektu
seminarium	prezentacja zagadnienia, wygłoszone referaty
praktyka	potwierdzenie odbycia praktyki

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



## 6. Zakres egzaminu dyplomowego

Egzamin dyplomowy jest egzaminem ustnym sprawdzającym wiedzę nabytą przez studenta w ramach studiów, w zakresie podanym w programie studiów i kartach przedmiotów. Studentowi zadawane są co najmniej trzy pytania, z czego co najmniej dwa z obowiązkowych przedmiotów kierunkowych i co najmniej jedno z przedmiotu przypisanego do specjalności. Lista obowiązujących w danym roku zagadnień egzaminacyjnych jest corocznie aktualizowana, zatwierdzana przez Komisję Programową i publikowana na stronie internetowej Wydziału. Pytania zadawane studentowi nie mogą wykraczać poza materiał kursów zrealizowanych przez tego studenta w toku kształcenia.

## 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	Deficyt
1	15
2	20
3	20
4	10
5	10

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 8. Plan studiów (załącznik nr 4)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

\*niepotrzebne skreślić

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **PLAN STUDIÓW**

**WYDZIAŁ:** MATEMATYKI

**KIERUNEK STUDIÓW:** MATEMATYKA (MAT)

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** studia pierwszego stopnia (licencjackie)

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚCI:** matematyka teoretyczna (MTE), statystyka matematyczna i analiza danych (SAD), matematyka informatyczna (MIF)

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

**OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:** 2021/2022

### Struktura planu studiów (w układzie punktowo-godzinowym)

	SEMESTR 1	SEMESTR 2	SEMESTR 3	SEMESTR 4	SEMESTR 5	SEMESTR 6
	4w+4c <b>Analiza matematyczna M1</b>	4w+4c <b>Analiza matematyczna M2</b>	2w+2ć <b>Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa</b>	2w+2ć <b>Rachunek prawdopodobieństwa</b>	2w+2ć <b>Analiza funkcjonalna</b>	2w+2ć <b>Wstęp do procesów stochastycznych</b>
<b>ECTS</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
	2w+2ć <b>Algebra M1</b>	2w+2ć <b>Algebra M2</b>	3w+2ć <b>Teoria miary</b>	2w+2ć+11 <b>Wstęp do statystyki matematycznej</b>	2w+2ć <b>Równania różniczkowe zwyčajne</b>	2w+2ć <b>Podstawy fizyki klasycznej</b>
<b>ECTS</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
	2w+2ć <b>Wstęp do logiki i teorii mnogości</b>	2w+2ć <b>Topologia metryczna</b>	2w+1ć+21 <b>Algorytmy i struktury danych</b>	2w+2ć <b>Kurs wybieralny - BLOK B2</b>	<b>Praktyka</b>	2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK A</b>
<b>ECTS</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
	2w+21 <b>Programowanie</b>	2w+21 <b>Zaawansowane metody programowania</b>	2w+2ć <b>Kurs wybieralny - BLOK B1</b>	2w+21 <b>Kurs wybieralny - BLOK C1</b>	2ć <b>Zajęcia sportowe 2</b>	1w <b>Nauki humanistyczne 2</b>
<b>ECTS</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
	2w <b>Nauki humanistyczne 1</b>	4ć <b>Język obcy 1</b>	4ć <b>Język obcy 2</b>	2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny - BLOK D1</b>		1w <b>Nauki społeczne</b>
<b>ECTS</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		<b>1</b>
			2ć <b>Zajęcia sportowe 1</b>			
<b>ECTS</b>			<b>0</b>			
<b>MTE</b>					2w+2ć <b>Kurs wybieralny – BLOK B1</b>	2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK D1</b>
					<b>5</b>	<b>5</b>
<b>SAD</b>					2w+21 <b>Kurs wybieralny – BLOK C2</b>	2w+2ć <b>Kurs wybieralny – BLOK B2</b>
					<b>5</b>	<b>5</b>
<b>MIF</b>					2w+21 <b>Kurs wybieralny – BLOK C2</b>	2w+21 <b>Kurs wybieralny – BLOK C1</b>
					<b>5</b>	<b>5</b>
<b>MIF</b>					2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK D2</b>	2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK D1</b>
					<b>5</b>	<b>5</b>
<b>MIF</b>					2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK D2</b>	2w+2ć/21 <b>Kurs wybieralny – BLOK D2</b>
					<b>5</b>	<b>5</b>

	Kursy obowiązkowe		Kursy wybieralne specjalnościowe (MTE) – BLOK B1 i B2
	Kursy wybieralne ogólnouczelniane		Kursy wybieralne specjalnościowe (SAD) – BLOK C1 i C2
	Kursy wybieralne kierunkowe – BLOK A		Kursy wybieralne specjalnościowe (MIF) – BLOK D1 i D2

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

## Semestr 1

### Grupy kursów obowiązkowych liczba punktów ECTS: 27

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT002100Wc	Analiza matematyczna M1 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K05 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U05 K1MAT_U24 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W05	120	300	10	10	6	T	E(w)	-	DN	P(5)	K
2	MAT002102Wc	Algebra M1 (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U10 K1MAT_U17 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3	MAT002104Wc	Wstęp do logiki i teorii mnogości (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	180	6	6	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
4	INT002100W1	Programowanie (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	60	120	4	4	2	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
<b>Razem:</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>300</b>	<b>810</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>16</b>					<b>13</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy wybieralne (minimum 30 godzin w semestrze, 3 punkty ECTS)

Lp	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącz na	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FLT010670BK	PO-W13- - -ST-IL,li-/15/NH1	2	0	0	0	0	K1MAT_K08	30	90	3	3	2	T	Z	O	DN		KO
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>30</b>	<b>90</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>						

### Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęc DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>12</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>330</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>18</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 2

### Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 28

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodz aj <sup>7</sup>
1	MAT002101Wc	Analiza matematyczna M2 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K05 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U05 K1MAT_U12 K1MAT_U13 K1MAT_U24 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W05	120	300	10	10	6	T	E(w)	-	DN	P(5)	K
2	MAT002103Wc	Algebra M2 (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K02 K1MAT_K01 K1MAT_K04 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U10 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3	MAT002105Wc	Topologia metryczna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U04 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W05 K1MAT_W12 K1MAT_W13	60	180	6	6	4	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
4	INT002101Wl	Zaawansowane metody programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W08 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(3)	KO
<b>Razem:</b>			<b>10</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>300</b>	<b>840</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>17</b>					<b>14</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy wybieralne (minimum 60 godzin w semestrze, 2 punkty ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1	0	4	0	0	0	K1MAT_U25	60	60	2	2	1	T	Z	O	DN	P(2)	KO
<b>Razem:</b>			<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>					<b>2</b>	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>10</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>18</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



## Semestr 3

### Grupa kursów obowiązkowych      liczba punktów ECTS: 22

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT002106Wc	Teoria miary (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_K01, K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U02 K1MAT_U03 K1MAT_U05 K1MAT_U08 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W04 K1MAT_W05 K1MAT_W08 K1MAT_W12	75	240	8	8	4	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
2	MAT002107Wc	Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W06 K1MAT_W12	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3	INT002102Wcl	Algorytmy i struktury danych (GK)	2	1	2	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_U10 K1MAT_U13 K1MAT_U14 K1MAT_U26 K1MAT_W01 K1MAT_W14 K1MAT_W15 K1MAT_W16	75	210	7	7	5	T	Z(w)	-	DN	P(4)	PD
<b>Razem:</b>			<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>210</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>13</b>					<b>11</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Grupy kursów wybieralnych (minimum 60 godzin w semestrze, 5 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021001BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/T1/3+5	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>					<b>2</b>	

### Kursy wybieralne (minimum 90 godzin w semestrze, 3 punkty 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Język obcy B2.2/C1.2	0	4	0	0	0	K1MAT_U25	60	90	3	3	2	T	Z	O	DN	P(3)	KO
2		Zajęcia sportowe	0	2	0	0	0	K1MAT_K09	30	30	0	0	0	T	Z	O			KO
<b>Razem:</b>			<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>90</b>	<b>120</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>					<b>3</b>	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>9</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>360</b>	<b>930</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>18</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 4

### Grupy kursów obowiązkowych      liczba punktów ECTS: 15

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 <sup>2</sup> k kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno -uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT002108Wc	Rachunek prawdopodobieństwa (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W06 K1MAT_W12	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
2	MAT002109Wcl	Wstęp do statystyki matematycznej (GK)	2	2	1	0	0	K1MAT_W07 K1MAT_U16 K1MAT_U19, K1MAT_U20, K1MAT_U21, K1MAT_K01, K1MAT_K02, K1MAT_K03	75	240	8	8	5	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>135</b>	<b>450</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>7</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Grupy kursów wybieralnych (minimum 180 godzin w semestrze, 15 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021002BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/T2/4+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021003BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S1/4+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3	MAT021005BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I1/4+6	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>180</b>	<b>450</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>					<b>6</b>	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>10</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>315</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>18</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 5

### Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 20

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT002111Q	Praktyka	0	0	0	0	0	K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_K07 K1MAT_U16 K1MAT_W01 K1MAT_W13 K1MAT_W17	0	160	6	0	0	T	Z(w)	-		P(6)	K
2	MAT002111Wc	Analiza funkcjonalna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_U01 K1MAT_U05 K1MAT_U08 K1MAT_U09 K1MAT_U10 K1MAT_U12 K1MAT_U22 K1MAT_U26 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W04 K1MAT_W08 K1MAT_W09 K1MAT_W19	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3	MAT002112Wc	Równania różniczkowe zwyczajne (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_K07 K1MAT_U01 K1MAT_U11 K1MAT_U13 K1MAT_U24 K1MAT_W01 K1MAT_W02 K1MAT_W03 K1MAT_W11 K1MAT_W13	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>580</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>8</b>					<b>12</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy wybieralne (minimum 30 godzin w semestrze, 0 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1		Zajęcia sportowe	0	2	0	0	0	KIMAT_K09	30	30	0	0	0	T	Z	O				KO
<b>Razem:</b>			<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					<b>0</b>		

### Grupy kursów wybieralnych (specjalność MTE) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021001BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/T1/3+5	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021004BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S2/5+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

### Grupy kursów wybieralnych (specjalność SAD) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021004BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S2/5+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021004BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S2/5+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Grupy kursów wybieralnych (specjalność MIF) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021006BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I2/5+6	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021006BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I2/5+6	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin				Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć+l	p	s					
<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>270</b>	<b>910</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>14</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 6

### Grupy kursów obowiązkowych **liczba punktów ECTS: 13**

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	FZP005001Wc	Podstawy fizyki klasycznej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_U24 K1MAT_K03 K1MAT_K04	60	180	6	6	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	PD
2	MAT002110Wc	Wstęp do procesów stochastycznych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_U17 K1MAT_U18 K1MAT_W01 K1MAT_W06 K1MAT_W13	60	210	7	7	4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>180</b>	<b>390</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>8</b>					<b>6</b>	

### Grupa kursów wybieralnych (minimum 60 godzin w semestrze, 5 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021000BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/O/6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>60</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>					<b>2</b>	

### Kursy wybieralne (minimum 30 godzin w semestrze, 2 punkty 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	PKT010673BK	PO-W13- - -ST-IL,li-/15/NH2	1	0	0	0	0	K1MAT_K08	15	30	1	1	1	T	Z	O	DN		KO
2	ZMT010671BK	PO-W13- - -ST-IL,li-/15/NS	1	0	0	0	0	K1MAT_K06 K1MAT_K07 K1MAT_K08 K1MAT_W20	15	30	1	1	1	T	Z	O	DN		KO
<b>Razem:</b>			<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>					<b>0</b>	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



### Grupy kursów wybieralnych (specjalność MTE) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021002BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/T2/4+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021005BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I1/4+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

### Grupy kursów wybieralnych (specjalność SAD) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021003BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S1/4+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021004BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/S2/5+6	2	2	0	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

### Grupy kursów wybieralnych (specjalność MIF) (minimum 120 godzin w semestrze, 10 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAT021005BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I1/4+6	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2	MAT021006BK	PO-W13-MAT---ST-IL-/21/I2/5+6	2	0	2	0	0		60	150	5	5	3	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
<b>Razem:</b>			<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>120</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>6</b>					<b>4</b>	

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin				Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć+l	p	s					
<b>12</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>330</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>19</b>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
MAT 00 2100 Wc MAT 00 2102 Wc MAT 00 2104 Wc	1. Analiza matematyczna M1 2. Algebra M1 3. Wstęp do logiki i teorii mnogości	1
MAT 00 2101 Wc MAT 00 2103 Wc	1. Analiza matematyczna M2 2. Algebra M2	2
MAT 00 2106 Wc INT 00 2102 Wc1	1. Teoria miary 2. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa	3
MAT 00 2108 Wc MAT 00 2109 Wc1	1. Rachunek prawdopodobieństwa 2. Wstęp do statystyki matematycznej	4
MAT 00 2111 Wc MAT 00 2112 Wc	1. Analiza funkcjonalna 2. Równania różniczkowe zwyczajne	5
FZP 00 5001 Wc MAT 00 2110 Wc	1. Podstawy fizyki klasycznej 2. Wstęp do procesów stochastycznych	6

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	15
2	20
3	20
4	10
5	10

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związaną/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza matematyczna M1**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Analysis M1**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002100Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>60</b>	<b>60</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>300</b>				
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>10</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>5</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>6</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI  
SPOŁECZNYCH**

Wiedza i umiejętności na poziomie egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie pojęcia granicy ciągu i granicy funkcji oraz technik ich obliczania.
- C2 Zrozumienie pojęcia ciągłości funkcji i poznanie podstawowych własności funkcji ciągłych.
- C3 Opanowanie rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej.
- C4 Zrozumienie pojęcia całki nieoznaczonej i opanowanie podstawowych metod jej wyznaczania.
- C5 Poznanie pojęcia całki oznaczonej i technik jej wyliczania.
- C6 Zrozumienie zastosowań rachunku różniczkowego i całkowego w fizyce, geometrii i mechanice.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna pojęcia kresów zbiorów, granicy ciągu liczbowego i granicy funkcji oraz podstawowe twierdzenia dotyczące tych pojęć,  
PEU\_W02 zna pojęcie ciągłości funkcji i podstawowe twierdzenia o funkcjach ciągłych,  
PEU\_W03 zna pojęcie pochodnej funkcji jednej zmiennej i jego zastosowania,  
PEU\_W04 zna pojęcia całki nieoznaczonej i oznaczonej oraz zastosowania rachunku całkowego w zagadnieniach fizyki, mechaniki i geometrii.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi obliczać granice ciągów liczbowych i granice funkcji jednej zmiennej,  
PEU\_U02 potrafi stosować twierdzenia dotyczące funkcji ciągłych,  
PEU\_U03 potrafi wyliczać pochodne i stosować aparat rachunku różniczkowego do wyznaczania ekstremów, przedziałów monotoniczności i przedziałów wypukłości,  
PEU\_U04 potrafi obliczać całki nieoznaczone i oznaczone oraz stosować rachunek całkowity w zagadnieniach fizyki, geometrii i mechaniki.

**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	Ciągi liczbowe: ciągi monotoniczne, ciągi ograniczone. Indukcja matematyczna. Nierówność Bernoulliego. Dwumian Newtona.	2
Wy2	Ciągi liczbowe: ciągi zbieżne, własności granicy, twierdzenie o trzech ciągach, twierdzenie o arytmetyce granic, twierdzenie o ciągu monotonicznym i ograniczonym (bez dowodu).	2
Wy3	Ciągi liczbowe: podciągi i ich własności, twierdzenie o podciągu monotonicznym, twierdzenie Bolzano–Weierstrassa.	2
Wy4	Ciągi liczbowe: ciągi podstawowe, granice niewłaściwe i ich własności.	2
Wy5	Ciągi liczbowe: punkt skupienia ciągu, granica górna i dolna, własności. Liczby rzeczywiste: gęstość liczb wymiernych i niewymiernych.	2
Wy6	Liczby rzeczywiste: ujęcie aksjomatyczne, wyznaczanie kresów, dowód twierdzenia o ciągu monotonicznym i ograniczonym.	2
Wy7	Funkcja wykładnicza: definicja $\exp(x)$ jako granicy ciągu $(1 + x/n)^n$ , nierówność $1 + x \leq \exp(x) \leq 1 / (1 - x)$ , monotoniczność i ciągłość funkcji $\exp$ , liczba $e$ .	2
Wy8	Funkcja wykładnicza: funkcja odwrotna, logarytm naturalny, potęgi i logarytmy o dowolnej podstawie, twierdzenie o potęgowaniu granic (właściwych i niewłaściwych).	2
Wy9	Funkcje trygonometryczne: definicje, własności, wzory redukcyjne, nierówność $\sin(x) \leq x \leq \operatorname{tg}(x)$ . Funkcje cyklometryczne: definicje, własności, rozwiązywanie równań trygonometrycznych.	2
Wy10	Funkcje elementarne: wielomiany, funkcje wymierne, sinus i cosinus hiperboliczny. Granica funkcji: definicja Heinego granicy, twierdzenie o arytmetyce granic, twierdzenie o trzech funkcjach, granica złożenia funkcji.	2
Wy11	Granica funkcji: granice niewłaściwe, granice jednostronne, definicja Cauchy'ego granicy, równoważność obu definicji, warunek Cauchy'ego istnienia granicy.	2
Wy12	Asymptoty funkcji. Ciągłość: definicja Heinego i definicja Cauchy'ego, równoważność obu definicji, ciągłość jednostronna, typy nieciągłości.	2
Wy13	Ciągłość: ciągłość na przedziale, ciągłość złożenia funkcji, ciągłość funkcji odwrotnej, ciągłość funkcji elementarnych, granice $\sin(x)/x$ oraz $(\exp(x) - 1)/x$ .	2
Wy14	Ciągłość: własność Darboux funkcji ciągłej, twierdzenie o osiągnięciu kresów, zastosowania, ciągłość jednostajna.	2
Wy15	Pochodna: definicja, styczna do wykresu, własności pochodnej, twierdzenie o arytmetyce pochodnych, pochodne jednostronne.	2
Wy16	Pochodna: pochodna złożenia funkcji, pochodna funkcji odwrotnej, pochodne funkcji elementarnych.	2
Wy17	Pochodna: ekstrema lokalne, warunek konieczny istnienia ekstremum, wyznaczanie wartości największej i najmniejszej funkcji na przedziale domkniętym, twierdzenie Rolle'a, twierdzenia Lagrange'a i Cauchy'ego o wartości średniej.	2
Wy18	Pochodna: warunki monotoniczności funkcji, wyznaczanie przedziałów monotoniczności, warunek dostateczny istnienia ekstremum, przykłady, własność Darboux funkcji pochodnej (bez dowodu).	2
Wy19	Pochodna: reguła de l'Hospitala, obliczanie granic wyrażeń nieoznaczonych, pochodne wyższych rzędów, wzór Taylora z resztą w postaci Peana	2
Wy20	Pochodna: warunek dostateczny istnienia ekstremum, wypukłość, warunki wypukłości funkcji, wyznaczanie przedziałów wypukłości.	2
Wy21	Całka nieoznaczona: definicja, własności całki nieoznaczonej, całki nieoznaczone podstawowych funkcji elementarnych, twierdzenie o całkowalności funkcji ciągłych (bez dowodu).	2
Wy22	Całka nieoznaczona: całkowanie przez części, całkowanie przez podstawienie.	2
Wy23	Całka nieoznaczona: całkowanie funkcji wymiernych, całkowanie wybranych funkcji niewymiernych.	2

Wy24	Całka nieoznaczona: całkowanie wyrażen wymiernych funkcji sinus i cosinus, wybrane wzory rekurencyjne.	2
Wy25	Całka oznaczona: definicja, własności całki oznaczonej, zastosowanie do obliczania pól, wzór na całkowanie przez części i przez podstawienie.	2
Wy26	Całka oznaczona: zastosowania do obliczania długości łuku, objętości i pola powierzchni brył obrotowych oraz współrzędnych środka masy, pierwsze twierdzenie o wartości średniej dla całek.	2
Wy27	Całka oznaczona: wzór Taylora z resztą w postaci całkowej, Cauchy'ego i Lagrange'a, szeregi Taylora i Maclaurina, szereg Maclaurina funkcji wykładniczej oraz funkcji sinus i cosinus.	2
Wy28	Całka oznaczona: wzór szeregowy na liczbę $e$ , niewymierność liczby $e$ , wzór Wallisa. Miara Jordana zbioru płaskiego.	2
Wy29	Całka Darboux: definicja, własności, całkowalność funkcji ciągłych. Twierdzenie Newtona–Leibniza i związek całki Darboux z całką oznaczoną.	2
Wy30	Całka Riemanna: definicja, równoważność z całką Darboux, informacja o charakterystyce całkowalności w sensie Riemanna przy pomocy zbiorów miary Lebesgue'a zero (bez dowodu).	2
<b>Suma godzin</b>		60

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1– Ćw30	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	60
<b>Suma godzin</b>		60

### 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_U04 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01–PEU_W04 PEU_U01–PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02	egzamin
P=0,5*F1 + 0,5*F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] G. M. Fichtenholz, *Rachunek różniczkowy i całkowy*, tom I, II i III. PWN, 1978.
- [2] K. Kuratowski, *Rachunek różniczkowy i całkowy*, PWN, 1973.
- [3] F. Leja, *Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych*, BM 2, PWN, 2008.
- [4] H. Musielak, J. Musielak, *Analiza matematyczna*, tom I, II, Wyd. Naukowe UAM, 1993.
- [5] R. Rudnicki, *Wykłady z analizy matematycznej*, PWN, 2001.
- [6] M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki. Analiza*, GiS, 2013.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. Górniewicz, S. R. Ingarden, *Analiza matematyczna dla fizyków*, Wyd. Naukowe UMK, 2012.
- [2] W. Kołodziej, *Analiza matematyczna*, PWN, 2009.
- [3] W. Rudin, *Podstawy analizy matematycznej*, PWN, 1982.
- [4] A. Sołtysiak, *Analiza matematyczna. Część 1*, Wyd. Naukowe UAM, 2009.

- [5] J. Banaś, S. Wędrychowicz, *Zbiór zadań z analizy matematycznej*, WNT, Warszawa 2001.
- [6] B. P. Demidowicz, *Zbiór zadań i ćwiczeń z analizy matematycznej*, cz. 1, 2, 3, Wyd. Naukowa Książka, Lublin, 1992–93.
- [7] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 1, liczby rzeczywiste ciągi i szeregi liczbowe*, PWN, 2005
- [8] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 2, funkcje jednej zmiennej — rachunek różniczkowy*, PWN, 2005
- [9] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 3, całkowanie*, PWN, 2012
- [10] W. Krywicki, L. Włodarski, *Analiza matematyczna w zadaniach*, cz. 1, PWN, 2013

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

Dr hab. Mateusz Kwaśnicki (mateusz.kwasnicki@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza matematyczna M2**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Analysis M2**  
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Statystyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002101Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>60</b>	<b>60</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>300</b>				
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>10</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>5</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>6</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Zaliczenie kursu Analiza matematyczna M1 lub jego odpowiednika uznanego w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie konstrukcji i podstawowych własności całki Riemanna i Riemanna–Stieltjesa.  
 C2 Opanowanie podstaw teorii szeregów liczbowych.  
 C3 Opanowanie podstaw teorii całek niewłaściwych.  
 C4 Zrozumienie zagadnień związanych z ciągami i szeregami funkcyjnymi, szeregami potęgowymi i całkami z parametrem  
 C5 Poznanie podstaw rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych, w tym jego zastosowań do wyznaczania ekstremalnych wartości funkcji.  
 C6 Poznanie całek podwójnych i wielokrotnych oraz całki krzywoliniowej i podstawowych twierdzeń dotyczących tych pojęć.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna pojęcia całki Riemanna i Riemanna–Stieltjesa i ich podstawowe własności,  
 PEU\_W02 zna pojęcie szeregu liczbowego, podstawowe własności tego pojęcia i podstawowe kryteria zbieżności szeregów,  
 PEU\_W03 zna pojęcie całki niewłaściwej i podstawowe kryteria zbieżności całek niewłaściwych,  
 PEU\_W04 zna pojęcia ciągu i szeregu funkcyjnego oraz szeregu potęgowego i ich podstawowe własności, a także podstawowe własności całek z parametrem,  
 PEU\_W05 zna podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych i jego zastosowania w badaniu ekstremalnych wartości funkcji,  
 PEU\_W06 zna pojęcia całki podwójnej i wielokrotnej oraz całki krzywoliniowej i podstawowe twierdzenia dotyczące tych pojęć.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi badać zbieżność szeregów przy pomocy podstawowych kryteriów zbieżności,



PEU\_U02 potrafi badać zbieżność całek niewłaściwych przy pomocy podstawowych kryteriów zbieżności,  
 PEU\_U03 umie stosować twierdzenia dotyczące całek z parametrem,  
 PEU\_U04 potrafi przekształcać szeregi potęgowe i rozwijać funkcje w szeregi potęgowe,  
 PEU\_U05 potrafi obliczać pochodne cząstkowe, kierunkowe, gradient funkcji wielu zmiennych i wyznaczać ekstrema funkcji wielu zmiennych,  
 PEU\_U06 umie obliczać całki podwójne i wielokrotne oraz całki krzywoliniowe

#### 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	Całka Riemanna: przypomnienie definicji i własności, przykłady, uzupełnienia.	2
Wy2	Całka Riemanna–Stieltjesa: definicja, własności, interpretacja geometryczna, związek z całką Riemanna, wahanie funkcji, rozkład Jordana funkcji o skończonym wahanu.	2
Wy3	Całka Riemanna–Stieltjesa: całkowalność funkcji ciągłych względem funkcji o skończonym wahanu, wzór na całkowanie przez części, wzór na zamianę zmiennych.	2
Wy4	Szeregi: definicje, własności, zbieżność szeregu, warunek konieczny zbieżności szeregu, zbieżność bezwzględna i warunkowa.	2
Wy5	Szeregi: kryterium porównawcze, kryterium ilorazowe, kryterium d'Alemberta, kryterium Cauchy'ego.	2
Wy6	Szeregi: szeregi naprzemienne i kryterium Leibniza, wzór na sumowanie przez części, kryterium Dirichleta i kryterium Abela, informacja o łączności sum nieskończonych, przemienności sum tworzących bezwzględnie zbieżne szeregi i twierdzeniu Riemanna o szeregach warunkowo zbieżnych (bez dowodu).	2
Wy7	Szeregi: Iloczyn Cauchy'ego szeregów, twierdzenie Mertensa (bez dowodu), twierdzenie Abela (bez dowodu). Iloczyny nieskończone: definicja, szeregowe kryterium zbieżności, przykłady.	2
Wy8	Całka niewłaściwa: całki niewłaściwe pierwszego i drugiego rodzaju, własności, zbieżność bezwzględna i warunkowa, kryterium całkowe zbieżności szeregu.	2
Wy9	Całka niewłaściwa: kryterium porównawcze, kryterium ilorazowe, kryterium Abela–Dirichleta, kryterium Abela. Funkcja gamma Eulera i jej własności (bez dowodu).	2
Wy10	Ciągi i szeregi funkcyjne: zbieżność punktowa i jednostajna, twierdzenie Weierstrassa o zamianie kolejności granic, warunek Cauchy'ego zbieżności jednostajnej ciągu funkcji, kryterium Weierstrassa zbieżności jednostajnej szeregu funkcji.	2
Wy11	Ciągi i szeregi funkcyjne: kryterium Dirichleta jednostajnej zbieżności szeregu funkcji, przykłady szeregów zbieżnych warunkowo/bezwzględnie jednostajnie/niejednostajnie, twierdzenie Diniego (bez dowodu).	2
Wy12	Ciągi i szeregi funkcyjne: zamiana kolejności granicy i pochodnej oraz granicy i całki, twierdzenie Weierstrassa o aproksymacji funkcji ciągłych wielomianami (bez dowodu), przykład funkcji ciągłej nigdzie nieróżniczkowalnej (bez dowodu).	2
Wy13	Szeregi potęgowe: definicja, promień i przedział zbieżności, twierdzenie Cauchy'ego–Hadamarda, różniczkowanie i całkowanie szeregów potęgowych.	2
Wy14	Szeregi potęgowe: funkcje analityczne, twierdzenie o analityczności sumy szeregu potęgowego (bez dowodu), przykład nieanalitycznej funkcji różniczkowalnej dowolnie wiele razy, analityczność funkcji elementarnych (bez dowodu), operacje arytmetyczne na szeregach potęgowych i złożenie funkcji danych szeregami potęgowymi (bez dowodu), twierdzenie Abela i twierdzenie Taubera (bez dowodu).	2
Wy15	Funkcje wielu zmiennych: definicje, ciągłość funkcji wielu zmiennych, wielowymiarowe twierdzenie Bolzano–Weierstrassa, jednostajna ciągłość. Całka z parametrem: definicja, ciągłość całki z parametrem.	2

Wy16	Całka z parametrem: różniczkowanie i całkowanie całki z parametrem, całka niewłaściwe z parametrem, informacja o ciągłości, różniczkowaniu i całkowaniu całek niewłaściwych z parametrem (bez dowodu).	2
Wy17	Całka z parametrem: wybrane funkcje specjalne (np. funkcja gamma Eulera, funkcja beta, całki eliptyczne, funkcje Bessela) i inne przykłady, całki iterowane i zamiana kolejności całkowania.	2
Wy18	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji wielu zmiennych, płaszczyzna styczna, ciągłość funkcji różniczkowalnych, gradient i poziomice funkcji wielu zmiennych, pochodne kierunkowe.	2
Wy19	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: kryterium różniczkowalności, pochodne cząstkowe wyższych rzędów, równość pochodnych mieszanych.	2
Wy20	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: zbiory domknięte i ograniczone, twierdzenie o osiągnięciu kresów, ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych, wnętrze zbioru, warunek konieczny istnienia ekstremum, brzeg zbioru i jego parametryzacja, wyznaczanie wartości największej i najmniejszej ciągłej funkcji wielu zmiennych w zbiorze domkniętym i ograniczonym.	2
Wy21	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: wielowymiarowy wzór Taylora drugiego rzędu, informacja o ogólnym wzorze Taylora (bez dowodu), warunek dostateczny istnienia ekstremum funkcji dwóch zmiennych, informacja o przypadku funkcji wielu zmiennych (bez dowodu).	2
Wy22	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: pochodna złożenia funkcji wielu zmiennych, twierdzenie o funkcji uwikłanej (bez dowodu), ekstrema warunkowe i ekstrema funkcji uwikłanych, metoda mnożników Lagrange'a (bez dowodu).	2
Wy23	Całka wielokrotna: całka podwójna na prostokącie, całkowność funkcji ciągłych, kryterium całkowności (bez dowodu), związek całki podwójnej i całki iterowanej, całka wielokrotna na kostce i jej związek z całkami iterowanymi.	2
Wy24	Całka wielokrotna: obszary na płaszczyźnie, całka na obszarze, całkowność funkcji ciągłych na obszarach z brzegiem miary Lebesgue'a zero, obszary normalne, związek całki podwójnej i całki iterowanej na obszarze normalnym, obszary wielowymiarowe i całki wielokrotne, przykłady.	2
Wy25	Całka wielokrotna: zamiana zmiennych w całce podwójnej, współrzędne biegunowe, zastosowania całki podwójnej w fizyce, geometrii i mechanice.	2
Wy26	Całka wielokrotna: zamiana zmiennych w całce potrójnej (bez dowodu), współrzędne walcowe, współrzędne sferyczne, przykłady.	2
Wy27	Całka krzywoliniowa: krzywa na płaszczyźnie i w przestrzeni euklidesowej, parametryzacja krzywej, krzywa gładka i kawałkami gładka, styczna do krzywej, długość krzywej, całka krzywoliniowa nieorientowana.	2
Wy28	Całka krzywoliniowa: pole wektorowe, całka krzywoliniowa zorientowana, pole potencjalne, niezależność całki od drogi całkowania, wyznaczanie potencjału pola wektorowego.	2
Wy29	Całka krzywoliniowa: twierdzenie Greena dla płaskich obszarów normalnych, charakterystyka pól potencjalnych, dywergencja pola wektorowego, twierdzenie o dywergencji (wzór Gaussa–Ostrogradzkiego) dla obszarów płaskich.	2
Wy30	Uzupełnienia i rozszerzenia.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>60</b>

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1– Ćw30	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	60
<b>Suma godzin</b>		<b>60</b>

### 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_U06 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01–PEU_W06 PEU_U01–PEU_U06 PEU_K01, PEU_K02	egzamin

$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] G. M. Fichtenholz, *Rachunek różniczkowy i całkowy*, tom I, II i III. PWN, 1978.
- [2] K. Kuratowski, *Rachunek różniczkowy i całkowy*, PWN, 1973.
- [3] F. Leja, *Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych*, BM 2, PWN, 2008.
- [4] H. Musielak, J. Musielak, *Analiza matematyczna*, tom I, II, Wyd. Naukowe UAM, 1993.
- [5] R. Rudnicki, *Wykłady z analizy matematycznej*, PWN, 2001.
- [6] M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki. Analiza*, GiS, 2013.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Birkholc, *Analiza matematyczna, Funkcje wielu zmiennych*, PWN, 2002.
- [2] L. Górniewicz, S. R. Ingarden, *Analiza matematyczna dla fizyków*, Wyd. Naukowe UMK, 2012.
- [3] W. Kołodziej, *Analiza matematyczna*, PWN, 2009.
- [4] W. Rudin, *Podstawy analizy matematycznej*, PWN, 1982.
- [5] A. Sołtysiak, *Analiza matematyczna. Część 1*, Wyd. Naukowe UAM, 2009.
- [6] J. Banaś, S. Wędrychowicz, *Zbiór zadań z analizy matematycznej*, WNT, Warszawa 2001.
- [7] B. P. Demidowicz, *Zbiór zadań i ćwiczeń z analizy matematycznej*, cz. 1, 2, 3, Wyd. Naukowa Książka, Lublin, 1992–93.
- [8] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 1, liczby rzeczywiste ciągi i szeregi liczbowe*, PWN, 2005
- [9] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 3, całkowanie*, PWN, 2012
- [10] W. Krysicki, L. Włodarski, *Analiza matematyczna w zadaniach*, cz 1 i 2, PWN, 2013

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

Dr hab. Mateusz Kwaśnicki (mateusz.kwasnicki@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algebra M1**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algebra M1**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002102Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawy algebry i trygonometrii w zakresie programu szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie z ciałem liczb zespolonych, ich własnościami i zastosowaniami do rozwiązywania równań.  
 C2 Przekazanie podstawowej wiedzy w zakresie wielomianów zmiennej rzeczywistej i zmiennej zespolonej.  
 C3 Przedstawienie struktury przestrzeni liniowej i podstawowych własności przestrzeni liniowych i ich podprzestrzeni.  
 C4 Przekazanie podstawowej wiedzy o macierzach i rachunku macierzowym.  
 C5 Zaprezentowanie zastosowania rachunku macierzowego do rozwiązywania układów równań liniowych.  
 C6 Zaprezentowanie zastosowania przestrzeni liniowych do opisu zbioru rozwiązań układów równań liniowych.  
 C7 Zapoznanie z pojęciem wyznacznika macierzy kwadratowej, jego własnościami i zastosowaniami.  
 C8 Przekazanie podstawowej wiedzy w zakresie geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna własności zbioru liczb zespolonych i podstawowe twierdzenia o liczbach zespolonych,  
 PEU\_W02 rozumie rolę przestrzeni liniowych i rachunku macierzowego w wyznaczaniu zbioru rozwiązań układu równań liniowych i badaniu jego własności,  
 PEU\_W03 zna podstawowe twierdzenia dotyczące wielomianów rzeczywistych i zespolonych jednej zmiennej (Zasadnicze Twierdzenie Algebry), układów równań liniowych (Twierdzenie Kroneckera-Capelliego z dowodem, wzory Cramera), wyznaczników (Twierdzenie Laplace'a z dowodem, Twierdzenie Cauchy'ego),  
 PEU\_W04 dobrze rozumie znaczenie pojęć takich jak liniowa niezależność wektorów, baza i wymiar przestrzeni liniowej,  
 PEU\_W05 zna podstawy geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 zna własności liczb zespolonych i potrafi je stosować do rozwiązywania równań,  
 PEU\_U02 potrafi znajdować pierwiastki wielomianów rzeczywistych i zespolonych,  
 PEU\_U03 posługuje się pojęciem przestrzeni liniowej i podprzestrzeni,  
 PEU\_U04 potrafi wyznaczać bazę i wymiar przestrzeni liniowej,

PEU\_U05 potrafi posługiwać się rachunkiem macierzowym,  
 PEU\_U06 umie obliczać wyznaczniki i zna ich własności,  
 PEU\_U07 rozwiązuje układy równań liniowych o stałych współczynnikach, umie wyznaczyć zbiór rozwiązań układu,  
 PEU\_U08 potrafi rozwiązywać zagadnienia z geometrii analitycznej na płaszczyźnie i w przestrzeni trójwymiarowej.  
**Z zakresu kompetencji społecznych student**  
 PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury naukowej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę,  
 PEU\_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania,  
 PEU\_K03 rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej, postępuje uczciwie.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Grupa, pierścień, ciało – definicje i przykłady. Ciało liczb zespolonych. Postać algebraiczna liczby zespolonej.	2
Wy2	Moduł i argument liczby zespolonej. Postać trygonometryczna, wzór de Moivre'a. Pierwiastkowanie liczb zespolonych.	3
Wy3	Zespolone równania kwadratowe. Wzory Eulera. Postać wykładnicza liczby zespolonej.	2
Wy4	Wielomiany. Zasadnicze twierdzenie algebry. Pierwiastki wielomianów rzeczywistych. Funkcje wymierne, rozkład na ułamki proste.	2
Wy5	Macierze. Działania na macierzach. Macierz układu równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa.	2
Wy6	Wyznaczniki. Operacje na wierszach i kolumnach.	2
Wy7	Rozwinięcie Laplace'a.	2
Wy8	Wzory Cramera. Macierz odwrotna. Twierdzenie Cauchy'ego.	2
Wy9	Przestrzeń liniowa – definicja i przykłady. Liniowa niezależność wektorów.	2
Wy10	Domknięcie liniowe zbioru wektorów. Podprzestrzeń przestrzeni liniowej. Baza i wymiar.	2
Wy11	Rząd macierzy. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego i jego zastosowania.	2
Wy12	Układ jednorodny równań liniowych i przestrzeń jego rozwiązań. Niejednorodny układ równań liniowych i zbiór jego rozwiązań.	2
Wy13	Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej. Iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany. Orientacja przestrzeni.	2
Wy14	Równanie normalne i parametryczne płaszczyzny. Równanie kierunkowe i parametryczne prostej.	2
Wy15	Wzajemne położenie punktów, prostych i płaszczyzn. Odległości i kąty. Krzywe stożkowe.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Postać algebraiczna liczby zespolonej, działania na liczbach zespolonych, część rzeczywista i urojona, moduł, rozwiązywanie prostych równań i nierówności z liczbami zespolonymi przy pomocy postaci algebraicznej.	2
Ćw2	Postać trygonometryczna i postać wykładnicza liczby zespolonej, argument, argument główny, działania, potęgowanie liczb zespolonych, wzór de Moivre'a, interpretacja geometryczna, rozwiązywanie prostych równań i nierówności przy pomocy postaci trygonometrycznej lub wykładniczej.	2
Ćw3	Pierwiastkowanie liczb zespolonych, zastosowania pierwiastków zespolonych do rozwiązywania równań.	2

Ćw4	Wielomiany zmiennej rzeczywistej i wielomiany zmiennej zespolonej, rozkład wielomianów na czynniki nierozkładalne, pierwiastki wielomianów.	3
Ćw5	Rozkładanie funkcji wymiernych rzeczywistych i zespolonych na ułamki proste.	1
Ćw6	Badanie macierzy, wykonywanie działań na macierzach.	1
Ćw7	Obliczanie i stosowanie własności wyznaczników. Stosowanie rozwinięcia Laplace'a. Obliczanie macierzy odwrotnej. Rozwiązywanie układów Cramera.	3
Ćw8	Kolokwium 1.	1
Ćw9	Zastosowanie metody eliminacji Gaussa do rozwiązywania układów równań liniowych.	1
Ćw10	Badanie przestrzeni i podprzestrzeni liniowych. Wyznaczanie domknięcia liniowego zbioru wektorów.	2
Ćw11	Badanie pojęcia liniowej niezależności wektorów.	2
Ćw12	Wyznaczanie bazy i wymiaru przestrzeni liniowej.	2
Ćw13	Obliczanie rzędu macierzy. Zastosowanie twierdzenia Kroneckera-Capelliego. Znajdowanie przestrzeni rozwiązań jednorodnych układów równań liniowych oraz zbioru rozwiązań układów niejednorodnych.	3
Ćw14	Rozwiązywanie zadań z geometrii analitycznej.	4
Ćw15	Kolokwium 2.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### 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_U08 PEU_K02-PEU_K03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01-PEU_W05 PEU_U01-PEU_U08 PEU_K01-PEU_K03	Egzamin
P=0,5*F1+0,5*F2		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] A. Białyński-Birula, Algebra, PWN, 2014.
- [2] B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, 2004.
- [3] A. Mostowski, M. Stark, Elementy algebry wyższej, PWN, 1970.
- [4] J. Klukowski, I. Nabiałek, Algebra dla studentów, WNT, 2006.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra i geometria analityczna, Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, 2017.
- [2] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa, Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, 2017.
- [3] I. Nabiałek, Zadania z algebry liniowej, WNT, 2006.

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

Prof. dr hab. inż. Romuald Lenczewski ( Romuald.Lenczewski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algebra M2**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algebra M2**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002103Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>180</b>				
Forma zaliczenia	<b>Egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość liczb zespolonych i wielomianów zmiennej rzeczywistej i zespolonej.  
 Znajomość i umiejętność stosowania rachunku macierzowego.  
 Znajomość podstaw teorii przestrzeni liniowych.  
 Umiejętność obliczania wyznaczników różnymi metodami i znajomość ich zastosowania.  
 Umiejętność rozwiązywania układów równań liniowych i analizowania zbioru ich rozwiązań.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie podstaw teorii przekształceń liniowych.  
 C2 Wyrobienie umiejętności wyznaczania wektorów i wartości własnych przekształceń liniowych i macierzy tych przekształceń.  
 C3 Przekazanie podstawowej wiedzy o formach dwuliniowych i kwadratowych, metodach sprowadzania form kwadratowych do postaci kanonicznej i badania ich dodatniej określoności.  
 C4 Zapoznanie z pojęciem iloczynu skalarnego i strukturą przestrzeni liniowych z iloczynem skalarnym oraz zaprezentowanie procedury znajdowania baz ortogonalnych w tych przestrzeniach.  
 C5 Przedstawienie podstaw teorii przekształceń liniowych na przestrzeniach z iloczynem skalarnym.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna podstawowe pojęcia z teorii przekształceń liniowych,  
 PEU\_W02 potrafi wyznaczać wektory i wartości własne przekształceń liniowych,  
 PEU\_W03 zna podstawy teorii form dwuliniowych i kwadratowych,  
 PEU\_W04 zna pojęcie iloczynu skalarnego i jego zastosowań do konstrukcji baz ortogonalnych w przestrzeniach z iloczynem skalarnym,  
 PEU\_W05 zna podstawy teorii przekształceń liniowych na przestrzeniach z iloczynem skalarnym.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi badać własności przekształcenia liniowego i wyznaczać jego jądro i obraz,  
 PEU\_U02 potrafi wyznaczać wartości i wektory własne przekształceń liniowych,  
 PEU\_U03 potrafi sprowadzić formę kwadratową do postaci kanonicznej i zbadać jej dodatnią lub ujemną określoność,

PEU\_U04 potrafi wyznaczać bazy ortogonalne przestrzeni liniowych metodą Grama-Schmidta i znajdować rzuty ortogonalne wektorów na podprzestrzeń,

PEU\_U05 potrafi badać podstawowe typy przekształceń liniowych na przestrzeniach z iloczynem skalarnym.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej,

PEU\_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Przekształcenia liniowe. Macierz przekształcenia liniowego. Operacje na przekształceniach (dodawanie, mnożenie przez liczby, składanie).	2
Wy2	Obraz, jądro i rząd przekształcenia liniowego. Odwracalność przekształcenia i przekształcenie odwrotne.	2
Wy3	Macierz przejścia z bazy do bazy. Macierze przekształcenia liniowego w różnych bazach. Podobieństwo macierzy.	2
Wy4	Podprzestrzenie niezmiennicze przekształcenia liniowego. Suma prosta przestrzeni liniowych. Izomorfizm przestrzeni liniowych.	2
Wy5	Wektory i wartości własne przekształceń liniowych i macierzy. Wielomian charakterystyczny.	2
Wy6	Iloczyn skalarny. Przestrzenie euklidesowe i unitarne. Nierówność Schwarz'a, norma, przestrzenie unormowane.	2
Wy 7	Wektory ortogonalne. Bazy ortogonalne i ortonormalne. Ortogonalizacja Grama-Schmidta.	2
Wy8	Wyznacznik Grama. Rzut ortogonalny na podprzestrzeń.	1
Wy9	Formy dwuliniowe i kwadratowe. Postać kanoniczna formy kwadratowej. Metoda Lagrange'a. Przestrzeń dualna, odwzorowanie dualne.	2
Wy10	Dodatnia określoność i sygnatura formy kwadratowej. Kryterium Sylwestra dodatniej określoności formy kwadratowej. Twierdzenie Sylwestra o bezwładności.	3
Wy11	Przekształcenie sprzężone do przekształcenia liniowego w przestrzeni z iloczynem skalarnym. Przekształcenia symetryczne i hermitowskie.	2
Wy12	Przekształcenia ortogonalne i unitarne, dodatnie i normalne. Projektory ortogonalne.	2
Wy13	Spektrum przekształcenia i jego własności. Twierdzenia spektralne w przestrzeniach skończonego wymiaru.	2
Wy14	Diagonalizacja macierzy symetrycznych i hermitowskich, ortogonalnych i unitarnych.	2
Wy15	Przekształcenia nilpotentne. Twierdzenie Jordana (bez dowodu). Postać Jordana macierzy. Rozkład przekształcenia na część nilpotentną i odwracalną.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Badanie przykładów przekształceń liniowych i ich własności. Wyznaczanie jądra i obrazu przekształcenia liniowego.	4
Ćw2		
Ćw3	Badanie odwracalności przekształcenia liniowego i wyznaczanie przekształcenia odwrotnego. Wyznaczanie macierzy przekształcenia liniowego w różnych bazach.	2
Ćw4 Cw5	Wyznaczanie wartości i wektorów własnych przekształceń liniowych i macierzy tych przekształceń. Badanie przykładów podprzestrzeni niezmienniczych. Badanie izomorfizmu przestrzeni liniowych.	4



Ćw6 Ćw7	Badanie przestrzeni z iloczynem skalarnym. Znajdowanie baz ortogonalnych tych przestrzeni metodą Grama-Schmidta. Wyznaczanie rzutu ortogonalnego wektora na podprzestrzeń.	4
Ćw8	Kolokwium 1.	1
Ćw9 Ćw10	Sprowadzanie form kwadratowych do postaci kanonicznej i badanie ich określoności (dodatniej, ujemnej, niedodatniej, nieujemnej).	4
Ćw11 Ćw12	Badanie podstawowych typów przekształceń liniowych na przestrzeniach z iloczynem skalarnym (sprzężonych, hermitowskich, ortogonalnych, unitarnych, normalnych).	5
Ćw13	Diagonalizacja macierzy symetrycznych i hermitowskich, ortogonalnych i unitarnych.	2
Ćw14	Badanie przykładów przekształceń nilpotentnych. Wyznaczanie postaci kanonicznej Jordana macierzy na prostych przykładach.	3
Ćw15	Kolokwium 2.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

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

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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_U05 PEU_K01, PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01-PEU_W05 PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01, PEU_K02	Egzamin
P=0,5*F1+0,5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] A. Kostrikin, Wstęp do algebry, t.2 Algebra liniowa, PWN 2004
[2] A. Mostowski, M. Stark, Elementy algebry wyższej, PWN 1970.
[3] B. Gleichgewicht, Algebra, GiS 2002.
[4] J. Klukowski, I. Nabałek, Algebra dla studentów, WNT,2006.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[5] T. Jurlewicz, Z. Skoczylas, Algebra liniowa 1, 2, Przykłady i zadania, GiS 1999.
[6] I. M. Gelfand, Wykłady z algebry liniowej, PWN 1975.
[7] A. Białynicki-Birula, Algebra, PWN 1971.
[8] I. Nabałek, Zadania z algebry liniowej, WNT,2006.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Romuald Lenczewski ( Romuald.Lenczewski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do logiki i teorii mnogości**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Logic and Set Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002104Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>180</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość matematyki w zakresie szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie z językiem Logiki Matematycznej.  
 C2 Zaprezentowanie podstawowych pojęć Teorii Mnogości.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna podstawowe pojęcia rachunku zdań,  
 PEU\_W02 zna podstawowe pojęcia rachunku predykatów,  
 PEU\_W03 zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii mnogości,  
 PEU\_W04 zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii mocy.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 umie posługiwać się pojęciem tautologii,  
 PEU\_U02 umie wykonywać proste obliczenia na zbiorach,  
 PEU\_U03 umie przeprowadzać rozumowania indukcyjne,  
 PEU\_U04 umie wyznaczać moce zbiorów.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi precyzyjnie formułować swoje rozumowania materiału kursu.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek zdań I. Tautologie.	2
Wy2	Rachunek zdań II. Reguły wnioskowania i przykłady wnioskowań.	2
Wy3	Algebra zbiorów.	2

Wy4	Kwantyfikatory. Wnioskowania z użyciem kwantyfikatorów.	2
Wy5	Aksjomaty teorii mnogości.	2
Wy6	Arytmetyka Peano i zasada indukcji matematycznej.	2
Wy7	Sumy i iloczyny nieskończone. Produkt kartezjański i pojęcie relacji.	2
Wy8	Relacje dwuargumentowe. Porządki częściowe i liniowe.	2
Wy9	Relacje równoważności i zasada abstrakcji.	2
Wy10	Funkcje i operacje na funkcjach. Obraz i przeciwobraz.	2
Wy11	Pojęcie równoliczności i zbiory przeliczalne.	2
Wy12	Twierdzenia Cantora. Liczby kardynalne.	2
Wy13	Działania na liczbach kardynalnych.	2
Wy14	Aksjomat wyboru i lemat Kuratowskiego-Zorna.	2
Wy15	Powtórzenie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>60</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Tautologie.	2
Ćw2	Analiza prostych dowodów.	2
Ćw3	Działania na zbiorach.	2
Ćw4	Działania na zbiorach-cd.	2
Ćw5	Kwantyfikatory.	2
Ćw6	Zasada indukcji matematycznej.	2
Ćw7	Działania nieskończone na zbiorach.	2
Ćw8	Kolokwium.	2
Ćw9	Relacje dwuargumentowe i porządki.	2
Ćw10	Relacje równoważności.	2
Ćw11	Własności funkcji. Obraz i przeciwobraz.	2
Ćw12	Równoliczność i zbiory przeliczalne.	2
Ćw13	Arytmetyka liczb kardynalnych.	2
Ćw14	Lemat Kuratowskiego-Zorna.	2
Ćw15	Kolokwium.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>60</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład tradycyjny.
N2	Ćwiczenia rachunkowe i problemowe – rozwiązywanie zadań z list.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>
---

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	Kolokwium 1
F2	PEU_W03, PEU_W04	Kolokwium 2
F3	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01	Egzamin
$P = 0.25 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2 + 0.5 \cdot F3$		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. Kuratowski, Wstęp do teorii mnogości i topologii, PWN, Warszawa 2001
- [2] Jan Kraszewski, Wstęp do matematyki, PWN 2018.
- [3] A. Błaszczak, S. Turek, Teoria mnogości, PWN 2021
- [4] J. Cichoń, Wykłady ze Wstępu do Matematyki, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2003 (dostępna online)

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN, 2010
- [2] D. J. Velleman, How to Prove It, CUP, 1994
- [3] E. D. Bloch, Proofs and Fundamentals, Springer 2011

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

dr inż. Paulina Frej (Paulina.Frej@pwr.edu.pl)  
dr inż. Dawid Huczek (Dawid.Huczek@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Topologia metryczna**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Metric Topology**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002105Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Całkowita liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>180</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość pojęć i twierdzeń dotyczących granic ciągów i ciągłości funkcji jednej zmiennej.
2. Znajomość rachunku zbiorów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych pojęć topologii metrycznej
- C2 Zrozumienie pojęcia zbieżności i ciągłości w abstrakcyjnym sensie
- C3 Poznanie podstawowych narzędzi topologicznych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 znajomość definicji i podstawowych typów przestrzeni metrycznych, zrozumienie pojęć zbieżności i ciągłości,

PEU\_W02 znajomość podstawowych przykładów przestrzeni metrycznych, fundamentalnych twierdzeń topologii metrycznej i zrozumienie ich dowodów.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 umiejętność badania podstawowych własności przestrzeni metrycznych, w szczególności ośrodkowości, zupełności i zwartości, oraz wykorzystywania ich konsekwencji,

PEU\_U02 umiejętność badania zbieżności ciągów punktów oraz funkcji i badania ciągłości funkcji,

PEU\_U03 stosowanie podstawowych twierdzeń topologii metrycznej w przykładowych zagadnieniach.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**  
 PEU\_K01 umiejętność prezentowania swoich rozumowań

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Definicja metryki i przestrzeni metrycznej.	2
Wy2	Kule. Zbiory ograniczone. Zbieżność ciągów w przestrzeniach metrycznych. Warunek Cauchy'ego. Punkty skupienia zbioru (pochodna zbioru).	3
Wy3	Zbiory otwarte i zbiory domknięte. Wnętrze, domknięcie i brzeg zbioru.	3
Wy4	Zbiory gęste i brzegowe. Ośrodkowość. Podprzestrzeń.	2
Wy5	Ciągłość i jednostajna ciągłość funkcji. Przestrzeń $C([0,1])$ . Homeomorfizm i izometria. Równoważność metryk.	3
Wy6	Przestrzenie zupełne. Twierdzenie Cantora. Zupełność a homeomorfizmy i izometrie.	3
Wy7	Warunek Lipschitza. Twierdzenie Banacha o odwzorowaniu zwężającym i jego zastosowania.	2
Wy8	Twierdzenie Baire'a.	2
Wy8	Zwartość (ciągowa) w przestrzeniach metrycznych. Warunek Borela-Lebesgue'a. Własności funkcji ciągłych na przestrzeniach zwartych.	4
Wy9	Łuk i łukowa spójność. Zachowywanie przez homeomorfizm. Odcinki jako jedyne zbiory łukowo spójne w $\mathbb{R}$ . Własność Darboux.	2
Wy10	Kostka Hilberta i zbiór Cantora.	2
Wy11	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Powtórka z analizy i teorii mnogości: granica ciągu liczbowego, ciągłość funkcji z $\mathbb{R}$ w $\mathbb{R}$ , działania na zbiorach, obraz i przeciwobraz.	2
Ćw2	Przykłady metryk w różnych przestrzeniach, własności metryki.	2
Ćw3	Kule, otoczenia, zbieżność ciągów. Punkty skupienia. Zbiory otwarte i domknięte, wnętrze, brzeg i domknięcie zbioru. Zbiory gęste i brzegowe – własności i przykłady.	8
Ćw4	Funkcje ciągłe, jednostajnie ciągłe, homeomorfizmy i izometrie (równoważne definicje, własności, przykłady). Równoważność metryk.	4
Ćw5	Sprawdzanie, które z poznanych własności są zachowywane przez homeomorfizm lub dziedziczą się na podprzestrzenie.	1
Ćw6	Przestrzenie zupełne. Twierdzenie Banacha i jego zastosowania: obliczanie granic ciągów rekurencyjnych, metoda iteracyjna obliczania pierwiastka	3
Ćw7	Twierdzenie Baire'a.	2
Ćw8	Przykłady zbiorów zwartych, zadania dotyczące zwartości i ośrodkowości.	4
Ćw9	Zadania dotyczące łukowej spójności, szczególnie w $\mathbb{R}^n$ .	2
Ćw10	Własności kostki Hilberta i zbioru Cantora.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.  
N2. Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna (realizacja list zadań).  
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_U01, PEU_U02 PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kartkówki.
F2	PEU_U01, PEU_U02 PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_K01	Kolokwium
$P = 0,4 * F1 + 0,6 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Engelking, K. Sieklucki, *Wstęp do topologii*, PWN, Warszawa 1986  
[2] K. Kuratowski, *Wstęp do teorii mnogości i topologii*, PWN, Warszawa 1980  
[3] K. Jänich, *Topologia*, PWN, Warszawa 1984  
[4] R. Duda, *Wprowadzenie do topologii*, PWN, Warszawa, 1984

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Mioduszewski, *Wykłady z topologii. Topologia przestrzeni euklidesowych*, Katowice 1994  
[2] J. Jędrzejewski, W. Wilczyński, *Przestrzenie metryczne w zadaniach*, Wyd. UŁ, Łódź 2007  
[3] J. Dugundji, *Topology*, Allyn And Bacon, Inc., Boston 1966  
[4] R. Engelking, *Topologia ogólna*, PWN, Warszawa 1989

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

prof. dr hab. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Downarowicz@pwr.wroc.pl)  
dr hab. Bartosz Frej (Bartosz.Frej@pwr.wroc.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI**  
**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Teoria miary**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Measure Theory**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002106Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>45</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>240</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>8</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>4</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość pojęć i twierdzeń rachunku różniczkowego oraz przede wszystkim całkowitego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość rachunku zbiorów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych własności miar – ze szczególnym uwzględnieniem miary Lebesgue’a.
- C2 Zrozumienie znaczenia całki Lebesgue’a.
- C3 Opanowanie pojęć zbieżności według miary oraz zasad przechodzenia z granicą pod całkę.
- C4 Poznanie podstawowych narzędzi i twierdzeń abstrakcyjnej teorii miary.
- C5 Nabycie umiejętności dostrzegania zjawisk teorio-miarowych w zagadnieniach z pokrewnych działach matematyki oraz w zastosowaniach praktycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 znajomość aksjomatyki i własności miar, przestrzeni mierzalnych i miarowych
- PEU\_W02 zrozumienie konstrukcji miary, w tym miary Lebesgue’a, poprzez miarę zewnętrzną i pojęcie mierzalności w sensie Caratheodory’ego
- PEU\_W03 znajomość pojęcia mierzalności funkcji i wiedza o aproksymacji funkcjami prostymi
- PEU\_W04 zrozumienie pojęcia całki Lebesgue’a, jej powiązań z całką Riemanna i znajomość twierdzeń o zbieżności monotonicznej i ograniczonej
- PEU\_W05 opanowanie fundamentalnych narzędzi teorii miary: twierdzenia Fubini’ego, twierdzenia Radona-Nikodyma



**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 umiejętność obliczania wartości miary Lebesgue'a oraz innych miar borelowskich konkretnych zbiorów na prostej i na płaszczyźnie

PEU\_U02 rozpoznawanie funkcji mierzalnych i przeprowadzanie dowodów metodą „komplikacji funkcji”, rozpoznawanie zbieżności według miary i prawie wszędzie

PEU\_U03 opanowanie technik całkowania całką Lebesgue'a, w szczególności przechodzenie z granicą pod całkę

PEU\_U04 umiejętność stosowania podstawowych twierdzeń teorii miary w przykładach i zadaniach oraz samodzielnego przeprowadzania prostych dowodów

PEU\_U05 umiejętność stosowania narzędzi teorii miary i całki Lebesgue'a w pokrewnych dziedzinach matematyki

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 umiejętność korzystania z dostępnej literatury naukowej

PEU\_K02 zrozumienie potrzeby systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału

PEU\_K03 hartowanie się w dążeniu do osiągnięcia celu (np. rozwiązania zadania), pomimo początkowych trudności

PEU\_K04 umiejętność prezentowania swoich rozumowań i dyskusowania na temat wystąpień kolegów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Operacje na zbiorach, pierścienie, ciała, rodziny monotoniczne, sigma-ciała.	4
Wy2	Miara Jordana na prostej, miara (nieujemna, przeliczalnie addytywna) na sigma-ciele, przykłady miar.	4
Wy3	Zbiory borelowskie w przestrzeni metrycznej, miara zewnętrzna, miara zewnętrzna Lebesgue'a na prostej.	4
Wy4	Mierzalność w sensie Caratheodory'ego, sigma-ciało zbiorów mierzalnych, miara Lebesgue'a na prostej.	4
Wy5	Funkcje mierzalne, (funkcje charakterystyczne, funkcje proste, aproksymacja).	3
Wy6	Zbieżność prawie wszędzie i zbieżność wg miary.	5
Wy7	Całka Lebesgue'a na przestrzeni miarowej, własności, funkcje całkwalne.	6
Wy8	Związki i porównanie całki Lebesgue'a z całką Riemanna.	2
Wy9	Dystrybuanty i miary borelowskie na prostej, całka Riemanna-Stieltjesa i Lebesgue'a-Stieltjesa.	1
Wy10	Lemat Fatou i twierdzenia Lebesgue'a o zbieżności całek.	3
Wy11	Miary produktowe i tw. Fubini'ego i Tonellego.	5
Wy12	Absolutna ciągłość miar, singularność, tw. o rozkładzie miary na część singularną i absolutnie ciągłą, tw. Radona-Nikodyma.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>45</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Operacje na zbiorach, granica dolna i górna ciągu zbiorów. Rodziny zbiorów: pierścienie, ciała, sigma-ciała.	3
Ćw2	Obliczanie miary Jordana zbiorów na prostej, przykłady miar, własności: ciągłość z dołu, ciągłość z góry.	2
Ćw3	Generowanie sigma-ciała zbiorów borelowskich przez różne rodziny zbiorów, sprawdzanie własności miar na podrodzinach zbiorów.	2
Ćw4	Uzupełnienie sigma-ciała zbiorów borelowskich względem miary Lebesgue'a, inne własności miary Lebesgue'a: niezmienniczość na przesunięcia.	2

Ćw5	Funkcje mierzalne, operacje na funkcjach prostych i mierzalnych, testowanie mierzalności.	2
Ćw6	Przykłady ciągów funkcji zbieżnych p.w., ale nie wg. miary i na odwrót, własności obu zbieżności i związku między nimi.	2
Ćw7	Własności całki Lebesgue'a w przykładach, obliczanie całek przykładowych funkcji	4
Ćw8	Przykłady funkcji całkowalnych w sensie Lebesgue'a, ale nie w sensie Riemanna, interpretacja całki niewłaściwej Riemanna w przykładach.	2
Ćw9	Własności dystrybuant, przykłady, całkowanie całką Riemanna-Stieltjesa.	1
Ćw10	Uogólnienie tw. Lebesgue'a dla zbieżności wg. miary, przykłady wymagające przejścia z granicą pod całkę, przykłady negatywne.	4
Ćw11	Miara produktowa Lebesgue'a na płaszczyźnie, inne przykłady miar produktowych, całkowanie z zastosowaniem tw. Fubiniego.	4
Ćw12	Rozkłady przykładowych miar, miary z gęstością, jednoznaczność gęstości Radona-Nikodyma, własności i zastosowania tw. Radona-Nikodyma w zadaniach.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.  
 N2. Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna.  
 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_W05 PEU_U01—PEU_U05 PEU_K01—PEU_K04	Odpowiedzi ustne, kartkówki,
F2	PEU_W01—PEU_W05 PEU_U01—PEU_U05 PEU_K01—PEU_K03	Kolokwia
F3	PEU_W01—PEU_W05 PEU_U01—PEU_U05 PEU_K01—PEU_K03	Egzamin
$P = 0,3 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2 + 0,4 \cdot F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. Łojasiewicz, *Wstęp do teorii funkcji rzeczywistych*, PWN, Warszawa 1976.
- [2] S. Hartman i J. Mikusiński, *Teoria miary i całki Lebesgue'a*, PWN, Warszawa 1957.
- [3] P. R. Halmos, *Measure Theory*, Van Nostrand, New York 1950.
- [4] J. Myjak, *Funkcje rzeczywiste, miara całka Lebesgue'a*, AGH, Kraków 2006

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. C. Oxtoby, *Measure and Category*, Springer, 1971.
- [2] K. Falconer, *Techniques in Fractal Geometry*, Wiley & Sons, Chichester 1997.
- [3] C. A. Rogers, *Hausdorff measures*, Cambridge Univ. Press, 1970.

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

prof. dr hab. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Townarowicz@pwr.edu.pl)  
 dr hab. Bartosz Frej (Bartosz.Frej@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Probability**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002107Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Zaliczenie kursu Analiza matematyczna M1 lub jego odpowiednika uznanego w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego. Znajomość teorii szeregów i rachunku różniczkowego funkcji dwóch zmiennych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Zapoznanie z najważniejszymi pojęciami i twierdzeniami rachunku prawdopodobieństwa.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna konstrukcję podstawowych modeli probabilistycznych,  
PEU\_W02 rozumie i potrafi stosować język zmiennych losowych,  
PEU\_W03 zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa,  
PEU\_W04 zna Prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne, rozumie ich znaczenie teoretyczne i potrafi zastosować do obliczeń.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi obliczać prawdopodobieństwa w modelu klasycznym i geometrycznym,  
PEU\_U02 potrafi obliczać prawdopodobieństwa warunkowe,  
PEU\_U03 umie korzystać z nierówności do szacowania prawdopodobieństw,  
PEU\_U04 potrafi sprawdzić, czy dane zdarzenia lub zmienne losowe są niezależne,  
PEU\_U05 potrafi obliczać rozkłady sum zmiennych losowych o danym rozkładzie łącznym,  
PEU\_U06 potrafi szacować prawdopodobieństwa zdarzeń dotyczących sum niezależnych zmiennych losowych za pomocą Centralnego Twierdzenia Granicznego.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 uczy się systematycznej i samodzielnej pracy w celu zdobycia wiedzy.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przykłady problemów i zadań, które są przedmiotem Rachunku Prawdopodobieństwa. Klasyczna definicja prawdopodobieństwa i prawdopodobieństwo geometryczne.	2
Wy2	Algebra i sigma-algebra zbiorów, prawdopodobieństwo jako unormowana miara sigma-addytywna, przestrzeń probabilistyczna i najważniejsze własności prawdopodobieństwa (w tym wzór włączeń i wyłączeń)	2
Wy3	Prawdopodobieństwo warunkowe i wzór Bayesa.	2
Wy4	Niezależność stochastyczna układów zdarzeń. Schemat Bernoulliego, Graniczne Twierdzenie Poissona.	2
Wy5	Zmienne losowe, rozkład zmiennej losowej, niezależność zmiennych losowych.	2
Wy6	Dystrybuanta zmiennej losowej, własności dystrybuanty. Klasyfikacja rozkładów, rozkłady dyskretne i absolutnie ciągłe. Najważniejsze przykłady rozkładów dyskretnych i rozkładów absolutnie ciągłych.	2
Wy7	Wartość oczekiwana, wariancja i momenty zmiennej losowej. Własności wartości oczekiwanej i wariancji.	2
Wy8	Funkcje zmiennych losowych i wyznaczanie ich rozkładów.	2
Wy9	Wektory losowe: rozkłady brzegowe, dystrybuanta, gęstość, momenty. Charakteryzacja niezależności zmiennych losowych w języku wektorów losowych. Kowariancja i korelacja.	2
Wy10	Wielowymiarowy rozkład normalny. Funkcje wektorów losowych. Rozkład chi-kwadrat.	2
Wy11	Rozkład sumy zmiennych losowych. Splot rozkładów.	2
Wy12	Różne rodzaje zbieżności zmiennych losowych (z prawdop.1, według prawd. oraz słaba zbieżność rozkładów)	2
Wy13	Nierówność Czebyszewa, Słabe Prawo Wielkich Liczb, Lemat Borela-Cantelliego	2
Wy14	Nierówność Kołmogorowa, Mocne Prawo Wielkich Liczb.	2
Wy15	Centralne Twierdzenie Graniczne dla zmiennych o jednakowych rozkładach (bez dowodu) i (jako wniosek) Tw. de Moivre'a – Laplace'a. Zastosowania.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Prawdopodobieństwo klasyczne: obliczanie prawdopodobieństw z użyciem metod kombinatorycznych	4
Ćw2		
Ćw3	Podstawowe własności prawdopodobieństwa, stosowanie wzoru włączeń i wyłączeń	2
Ćw4	Obliczanie prawdopodobieństw warunkowych, badanie niezależności zdarzeń, stosowanie schematu Bernoulliego i rozkładu Poissona	4
Ćw5		
Ćw6	Zmienne losowe - wyznaczanie dystrybuanty, wartości oczekiwanej, wariancji i wyższych momentów, sigma-ciało generowane przez zmienną	4
Ćw7		
Ćw8	Obliczanie rozkładów brzegowych wielowymiarowych wektorów losowych. Badanie niezależności współrzędnych wektora losowego i obliczanie rozkładów sum i iloczynów zmiennych, gdy dany jest rozkład łączny	8
Ćw9		
Ćw10		
Ćw11		
Ćw12	Wielowymiarowy rozkład normalny i rozkład chi-kwadrat.	4
Ćw13		
Ćw14	Stosowanie nierówności Czebyszewa do oszacowań prawdopodobieństw, stosowanie lematu Borela-Cantelli'ego, badanie czy dany ciąg zmiennych losowych spełnia Prawo Wielkich Liczb	2
Ćw15	Kolokwium zaliczeniowe	2

**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_U06 PEU_K01	kolokwium na ćwiczeniach, kartkówki, odpowiedzi ustne
F2	PEU_W01-PEU_W04	egzamin
P=0,5*F1+0,5*F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Script, Warszawa, 2010.  
 [2] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy 1 i 2, PWN. Warszawa, 2008-2009.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. A. Borowkow, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa, 1975.

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

Dr hab. Tomasz Żak (Tomasz.Zak@pwr.edu.pl)  
 Dr hab. Tomasz Grzywny (Tomasz.Grzywny@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Rachunek prawdopodobieństwa**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Theory of Probability**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002108Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI  
SPOŁECZNYCH**

Zaliczenie kursów Analiza matematyczna M1 i Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa lub ich odpowiedników uznanych w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie najważniejszych metod i narzędzi dowodowych, stosowanych w Rachunku Prawdopodobieństwa, w tym funkcji charakterystycznych.  
C2 Poznanie własności warunkowej wartości oczekiwanej i jej zastosowań.  
C3 Zapoznanie z ważnymi rozkładami służącymi do modelowania zjawisk rzeczywistych: rozkłady maksimów i rozkłady występujące w twierdzeniach granicznych.  
C4 Omówienie błędów losowych po kratkach w  $R^d$  oraz klasycznych twierdzeń związanych z błędzeniem po Z: Prawo Arcusa Sinusa i Prawo Iterowanego Logarytmu.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna metodę funkcji charakterystycznych,  
PEU\_W02 ma podstawową wiedzę z zakresu warunkowej wartości oczekiwanej,  
PEU\_W03 zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa występujące w twierdzeniach granicznych,  
PEU\_W04 rozumie własności błędzenia losowego.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi korzystać z metody funkcji charakterystycznych,  
PEU\_U02 umie korzystać z własności warunkowej wartości oczekiwanej,  
PEU\_U03 potrafi wykorzystywać rozkłady maksimów do obliczeń przybliżonych,  
PEU\_U04 umie obliczać prawdopodobieństwa dotyczące błędzeń losowych.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,  
PEU\_K02 uczy się systematycznej i samodzielnej pracy w celu zdobycia wiedzy.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Funkcje charakterystyczne i ich podstawowe własności.	2
Wy2 Wy3	Twierdzenie Levy'ego-Cramera i dowód CTG Lindeberga-Fellera. Układy trójkątne i najogólniejsza postać CTG.	4
Wy4	Dalsze własności funkcji charakterystycznych: twierdzenie Bochnera i twierdzenia o odwracaniu.	2
Wy5 Wy6	Warunkowa wartość oczekiwana i jej najważniejsze własności.	4
Wy7	Warunkowa wartość oczekiwana $E(X Y)$ i sposoby jej obliczania.	2
Wy8	Martyngały: definicja i podstawowe własności.	2
Wy9	Rozkłady maksimów i twierdzenia graniczne dla maksimów (informacyjnie).	2
Wy10	Błądzenie losowe po $Z$ , zasada odbicia i twierdzenie o głosowaniu.	2
Wy11	Prawo Arcusa Sinusa dla prowadzeń i zmian znaku w błędzeniu po $Z$ .	2
Wy12	Prawo Iterowanego Logarytmu dla błędzenia losowego (informacyjnie), Symetryczne błędzenie po kracie $n$ -wymiarowej. Twierdzenie o powracaniu.	2
Wy13 Wy14	Symetryzacja i nierówności symetryzacyjne. Nierówność Levy'ego. Zbieżność szeregów niezależnych zmiennych losowych. Twierdzenie Kołmogorowa o trzech szeregach.	4
Wy15	Rozkłady stabilne i niekończenie podzielne na prostej, ich rola w twierdzeniach granicznych (informacyjnie). Wzór Levy'ego-Chinczyna (bez dowodu).	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1 Ćw2 Ćw3	Obliczanie funkcji charakterystycznych najważniejszych rozkładów, badanie rozkładów granicznych unormowanych sum niezależnych zmiennych losowych, stosowanie Centralnego Twierdzenia Granicznego do szacowania prawdopodobieństw dotyczących sum niezależnych zmiennych losowych.	6
Ćw4	Badanie warunków dostatecznych dla funkcji charakterystycznych i Twierdzenie Polyi; sprawdzanie czy dana funkcja jest funkcją charakterystyczną.	2
Ćw5 Ćw6	Obliczanie warunkowej wartości oczekiwanej $E(X Y)$ jako funkcji borelowskiej zmiennej $Y$ .	4
Ćw7	Martyngały: wykorzystanie podstawowych własności.	2
Ćw8	Obliczanie rozkładów maksimów i minimów, stosowanie rozkładu podwójnie wykładniczego i rozkładów Weibulla.	2
Ćw9 Ćw10 Ćw11 Ćw12	Obliczanie prawdopodobieństw różnych zdarzeń związanych z symetrycznym błędzeniem losowym po liczbach całkowitych i po kracie $d$ -wymiarowej, stosowanie zasady odbicia, powracalność błędzenia w $R^d$	8
Ćw13	Badanie zbieżności szeregów losowych.	2
Ćw14	Sprawdzanie czy dany rozkład jest stabilny lub nieskończenie podzielny.	2
Ćw15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład – 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_U04 PEU_K01	kolokwium na ćwiczeniach, kartkówki, odpowiedzi ustne
F2	PEU_W01-PEU_W04	egzamin
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Script, Warszawa, 2010
- [2] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy 1 i 2, PWN, Warszawa, 2008-2009

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. A. Borowkow, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa, 1975.

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

Dr hab. Tomasz Żak (Tomasz.Zak@pwr.edu.pl)

Dr hab. Tomasz Grzywny (Tomasz.Grzywny@pwr.edu.pl)



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do statystyki**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Mathematical Statistics**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002109Wc1**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>240</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>8</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>5</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>5</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa takie jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych pojęć statystyki matematycznej.
- C2 Poznanie metod estymacji (punktowej i przedziałowej) i kryteriów oceny estymatorów.
- C3 Nabycie umiejętności wyznaczania estymatorów (punktowych i przedziałowych) w konkretnych modelach statystycznych i ich porównywania.
- C4 Poznanie podstawowych pojęć związanych z testowaniem hipotez statystycznych.
- C5 Poznanie metod konstrukcji testów jednostajnie najmocniejszych, jednostajnie najmocniejszych nieobciążonych i opartych na ilorazie wiarygodności.
- C6 Nabycie umiejętności przeprowadzenia testów przy wykorzystaniu pakietu statystycznego i formułowaniu wniosków z przeprowadzonej analizy.
- C7 Nabycie umiejętności zarządzania danymi, tworzenia wykresów, tabel liczości, tabel wielodzielczych i wyznaczania wartości statystyk opisowych przy wykorzystaniu pakietu statystycznego.
- C8 Poznanie testów zgodności i jednorodności.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 zna podstawowe pojęcia statystyki matematycznej.

PEK\_W02 posiada wiedzę na temat metod estymacji (punktowej i przedziałowej) i kryteriów oceny estymatorów.

PEK\_W03 zna pojęcia związane z testowaniem hipotez statystycznych.

PEK\_W04 zna metody konstrukcji testów jednostajnie najmocniejszych, jednostajnie najmocniejszych nieobciążonych i opartych na ilorazie wiarygodności.

PEK\_W05 zna popularne testy zgodności i jednorodności.

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 potrafi wyznaczać estymatory (punktowe i przedziałowe) w konkretnych modelach statystycznych i je porównywać.

PEK\_U02 potrafi wyznaczać testy i je przeprowadzać przy wykorzystaniu pakietu statystycznego i formułować wnioski z przeprowadzonej analizy.

PEK\_U03 potrafi zarządzać danymi, tworzyć wykresy, tabele licznosci, tabele wielodzielcze i wyznaczać wartości statystyk opisowych przy wykorzystaniu pakietu statystycznego.

### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 potrafi twórczo współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

PEK\_K02 potrafi kulturalnie dyskutować, obiektywnie oceniać argumenty innych oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia.

PEK\_K03 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Modele statystyczne. Wykładnicze rodziny rozkładów prawdopodobieństwa i ich własności.	2
Wy2	Estymacja dystrybuanty i gęstości rozkładu.	2
Wy3	Metody estymacji: metoda momentów, metoda podstawienia, metoda największej wiarygodności.	2
Wy4	Model regresji liniowej. Metoda najmniejszych kwadratów. Metoda ważonych najmniejszych kwadratów.	2
Wy5	Porównywanie estymatorów – kryteria optymalności. Statystyki dostateczne. Kryterium faktoryzacji. Twierdzenie Rao-Blackwella.	2
Wy6	Estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji. Statystyki zupełne. Twierdzenie Lehmana-Scheffego.	2
Wy7	Zgodność estymatorów. Asymptotyczna normalność estymatorów największej wiarygodności.	2
Wy8	Estymacja przedziałowa. Ogólna konstrukcja przedziałów ufności. Przedziały ufności w konkretnych modelach statystycznych.	2
Wy9	Teoria testowania hipotez - pojęcia wstępne. Testy jednostajnie najmocniejsze. Lemat Neymana-Pearsona.	2
Wy10	Testy jednostajnie najmocniejsze w modelach z monotonicznym ilorazem wiarygodności.	2
Wy11	Test jednostajnie najmocniejszy dla hipotezy dwustronnej w modelu wykładniczym.	2
Wy12	Testy jednostajnie najmocniejsze nieobciążone w modelach wykładniczych.	2

Wy13	Testy oparte na ilorazie wiarygodności.	2
Wy14	Testy zgodności.	2
Wy15	Testy jednorodności.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Modele statystyczne. Wykładnicze rodziny rozkładów prawdopodobieństwa i ich własności.	2
Ćw2	Estymacja dystrybuanty i gęstości rozkładu.	2
Ćw3	Metody estymacji: metoda momentów, metoda podstawienia, metoda największej wiarygodności.	2
Ćw4	Estymatory uzyskane metodą najmniejszych kwadratów i metodą ważonych najmniejszych kwadratów.	2
Ćw5	Porównywanie estymatorów – kryteria optymalności. Statystyki dostateczne. Kryterium faktoryzacji. Twierdzenie Rao-Blackwella.	2
Ćw6	Estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji. Statystyki zupełne. Twierdzenie Lehmana-Scheffego.	2
Ćw7	Estymacja przedziałowa Zgodność estymatorów. Asymptotyczna normalność estymatorów największej wiarygodności.	2
Ćw8	Estymacja przedziałowa. Ogólna konstrukcja przedziałów ufności. Przedziały ufności w konkretnych modelach statystycznych.	2
Ćw9	Teoria testowania hipotez - pojęcia wstępne. Testy jednostajnie najmocniejsze. Lemat Neymana-Pearsona.	2
Ćw10	Wyznaczanie testów jednostajnie najmocniejszych w konkretnych modelach statystycznych.	2
Ćw11	Wyznaczanie testów jednostajnie najmocniejszych nieobciążonych w konkretnych modelach statystycznych.	4
Ćw12	Wyznaczanie testów opartych na ilorazie wiarygodności.	2
Ćw13	Testy zgodności.	2
Ćw14	Testy jednorodności.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Podstawowe informacje o pracy z wybranym pakietem statystycznym. Zarządzanie danymi: sprawdzanie poprawności danych, tworzenie podzbiorów danych, scalanie danych. Tworzenie wykresów, tabel licznosci, tabel wielozdzielczych.	2
Lab2	Tworzenie wykresów estymatorów dystrybuanty i gęstości rozkładu na podstawie rzeczywistych i symulowanych danych.	2
Lab3	Wyznaczanie wartości statystyk opisowych i ich interpretacja.	2
Lab4	Wyznaczanie estymatorów współczynników regresji liniowej i ich interpretacja.	2
Lab5	Porównywanie estymatorów punktowych i przedziałowych na podstawie symulacji.	2
Lab6	Testy parametryczne w wybranym pakiecie statystycznym.	2
Lab7	Testy zgodności i jednorodności.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna.
2. Ćwiczenia.
3. Laboratorium.
4. Konsultacje.
5. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie raportów z analizy danych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01-PEK_W05, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01- PEK_K03.	Odpowiedzi ustne, kolokwia
F2	PEK_W01-PEK_W05, PEK_U01- PEK_U03, PEK_K01- PEK_K03.	Odpowiedzi ustne, raporty
F3	PEK_W01-PEK_W05, PEK_U01, PEK_K03.	Egzamin

$P=0,4*F1+0,2*F2+0,4*F3$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bartoszewicz J. *Wykłady ze statystyki matematycznej*. PWN, Warszawa 1996.
- [2] Jokiel-Rokita A., Magiera R. *Modele i metody statystyki matematycznej w zadaniach*. GiS, Wrocław 2018.
- [3] Krzyśko M. *Statystyka matematyczna*. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2004.
- [4] Lehmann, E. L., Casella, G. *Theory of Point Estimation*. Springer-Verlag 1998.
- [5] Lehmann, E. L., Romano, J. P. *Testing Statistical Hypothesis*. Springer Science+Business Media, Inc. 2005.
- [6] Magiera R. *Modele i metody statystyki matematycznej. Cz. II. Wnioskowanie statystyczne*. GiS, Wrocław 2018.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Bickel P.J., Doksum K.A. *Mathematical Statistics. Basic Ideas and Selected Topics*. Vol. I. CRC Press 2015.
- [2] Bickel P.J., Doksum K.A. *Mathematical Statistics. Basic Ideas and Selected Topics*. Vol. II. CRC Press 2016.
- [3] Magiera R. *Modele i metody statystyki matematycznej. Cz. I. Rozkłady i symulacja stochastyczna*. GiS, Wrocław 2018.
- [4] Shao J. *Mathematical Statistics*. Springer-Verlag, New York 2003.
- [5] Trybuła S. *Statystyka matematyczna z elementami teorii decyzji*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.
- [6] Zieliński R. *Siedem wykładów wprowadzających do statystyki matematycznej*. PWN Warszawa 1990.

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

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita, prof. uczelni ([Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.edu.pl](mailto:Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.edu.pl))  
dr hab. Maciej Wilczyński, prof. uczelni ([Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl](mailto:Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl))

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do procesów stochastycznych**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Stochastic Processes**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002110Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych definicji i twierdzeń następujących działów matematyki:

1. Rachunek prawdopodobieństwa.
2. Analiza matematyczna.
3. Algebra liniowa.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Prezentacja podstawowych modeli matematycznych opartych na procesach stochastycznych i wypracowanie umiejętności rachunkowych i pojęciowych dla analizy tych modeli.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna podstawowe modele matematyczne opartych na procesach stochastycznych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 wypracował umiejętności rachunkowe i pojęciowe dla analizy modeli matematycznych opartych na procesach stochastycznych.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 jest zdolny do wyszukiwania i korzystania z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnego zdobywania wiedzy.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Macierz stochastyczna. Rozkład stacjonarny.	2
Wy2	Zbieżność łańcuchów Markowa.	2

Wy3	Łańcuchy z czasem ciągłym.	2
Wy4	Proces Poissona: postulaty i konstrukcja.	2
Wy5	Czysty proces urodzin. Własność Markowa.	2
Wy6	Twierdzenie Kołmogorowa o istnieniu procesu. Postulaty i konstrukcja procesu Wienera.	2
Wy7	Własności trajektorii procesu Wienera.	2
	Kolokwium I	1
Wy8	Konstrukcja procesu Markowa z prawdopodobieństwa przejścia.	2
Wy9	Przykłady procesów Markowa. Twierdzenie Dynkina-Kinneya.	2
Wy10	Filtracja i moment zatrzymania. Mocna własność Markowa.	2
Wy11	Martyngały. Twierdzenie o stopowaniu.	2
Wy12	Nierówności maksymalne i zbieżność martyngałów.	2
Wy13	Jednostajna całkowalność. Zastosowania martyngałów.	2
Wy14	Elementy teorii potencjału. Probabilistyczne rozwiązanie problemu Dirichleta.	2
	Kolokwium II	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-2	Łańcuchy Markowa z czasem dyskretnym.	4
Ćw3-4	Łańcuchy Markowa z czasem ciągłym.	4
Ćw5-6	Proces Poissona.	4
Ćw7-8	Czysty proces urodzin.	4
Ćw9-10	Proces Wienera.	4
Ćw11-12	Prawdopodobieństwo przejścia.	4
Ćw13-15	Martyngały.	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### 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, prace pisemne (kolokwia, egzamin)
P=F		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- |     |   |
|-----|---|
| [1] | J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, SCRIPT, Warszawa, 2010. |
| [2] | W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa t. I i t. II, PWN, 2008-2009.           |
| [3] | P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i miara, PWN, Warszawa, 2009.                        |
| [4] | A. Wentzell, Wykłady z teorii procesów stochastycznych, PWN, Warszawa, 1980.            |

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- |     |  |
|-----|--|
| [1] | I. I. Gihman, A. W. Skorohod, Wstęp do teorii procesów stochastycznych, PWN, Warszawa, 1968.       |
| [2] | A. A. Borowkow, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa, 1977.                                  |
| [3] | K. L. Chung, Lectures from Markov Processes to Brownian Motion, Springer-Verlag, New York, 1982.   |
| [4] | K. L. Chung, Z. Zhao, From Brownian Motion to Schrodinger equation, Springer-Verlag, Berlin, 1995. |
| [5] | K. L. Chung, Green, Brown and Probability, World Scientific, Singapore, 1995.                      |
| [6] | J. Lamperti, Stochastic Processes: a Survey of the Mathematical Theory, Springer, 1977.            |

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Prof. dr hab. Krzysztof Bogdan (Krzysztof.Bogdan@pwr.wroc.pl)
---

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza funkcjonalna**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Functional Analysis**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002111Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy(X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia(BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń z analizy matematycznej dotyczących rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych, algebry liniowej, topologii metrycznej oraz elementarnej teorii miary.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie aksjomatyki przestrzeni unormowanych, Banacha i Hilberta.
- C2 Zaprezentowanie pojęcia ortogonalności.
- C3 Przedstawienie pojęcia bazy i idei rozwijania funkcji w szereg Fouriera.
- C4 Zapoznanie z pojęciem funkcyjnału, operatora oraz przestrzeni sprzężonej.
- C5 Przedstawienie klasyfikacji kluczowych przestrzeni Banacha.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna aksjomatykę przestrzeni unormowanych i Banacha, zna podstawowe przykłady ciągłych i funkcyjnych przestrzeni Banacha,  
 PEU\_W02 zna aksjomatykę przestrzeni unitarnych oraz Hilberta, rozumie pojęcia iloczynu skalarnego i ortogonalności,  
 PEU\_W03 rozumie ideę rozwinięcia elementu przestrzeni Hilberta w szereg Fouriera,  
 PEU\_W04 rozpoznaje kluczowe typy przestrzeni Banacha i zna ich podstawowe własności,  
 PEU\_W05 wie, jaką postać mają funkcyjnały na poznanych przestrzeniach Banacha oraz zna przestrzenie do nich sprzężone,  
 PEU\_W06 zna pojęcie operatora liniowego, rozumie ważność ograniczoności operatora.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 umie weryfikować kluczowe własności przykładowych przestrzeni liniowo-metrycznych,  
 PEU\_U02 znajduje bazy w przestrzeniach Banacha i Hilberta, znajduje dopełnienia ortogonalne podprzestrzeni,  
 PEU\_U03 potrafi rozwijać elementy funkcyjnych przestrzeni Hilberta w szeregi Fouriera, znajdować rzut ortogonalny na zadaną podprzestrzeń,  
 PEU\_U04 swobodnie posługuje się pojęciami funkcyjnału i operatora liniowego, oblicza normy funkcyjnałów i operatorów,  
 PEU\_U05 identyfikuje przestrzenie sprzężone, manipuluje operatorami sprzężonymi, rozwiązuje zadania z zastosowaniem funkcyjnałów i operatorów na poznanych przestrzeniach Banacha i Hilberta.



**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi korzystać z dostępnej literatury naukowej,

PEU\_K02 rozumie potrzebę systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału,

PEU\_K03 hartuje się w dążeniu do osiągnięcia celu (np. rozwiązania zadania) i nie zraża się początkowymi trudnościami,

PEU\_K04 potrafi prezentować swoje rozumowania i dyskutować na temat wystąpień kolegów.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-2	<b>Przestrzenie unormowane:</b> nierówności Höldera i Minkowskiego, własności normy, równoważność norm, normy w przestrzeniach skończenie wymiarowych (w tym uzupełnienie wiedzy z topologii: ośrodkowość, zupełność).	4
Wy3-4	<b>Przestrzenie Banacha:</b> przykłady, w tym przestrzenie ciągowe i funkcyjne, zupełność normy w $L^p$ , baza topologiczna.	4
Wy5-7	<b>Operatory liniowe:</b> związek ciągłości z ograniczonością, norma operatora, przykłady operatorów ograniczonych i nieograniczonych, w tym przykłady operatorów całkowitych, izomorfizmy przestrzeni Banacha, normy, operatory i izomorfizmy na przestrzeniach skończenie wymiarowych.	6
Wy8-10	<b>Przestrzenie unitarne i przestrzenie Hilberta:</b> iloczyn skalarny, nierówność Schwarzera, twierdzenie Pitagorasa, tożsamość polaryzacyjna, przykłady przestrzeni unitarnych i Hilberta, twierdzenie Jordana - von Neumanna, nierówność Bessela, tożsamość Parsewala, twierdzenia o najlepszej aproksymacji i rozkładzie ortogonalnym, rzut ortogonalny.	6
Wy11	<b>Układy ortogonalne:</b> ortogonalizacja Gramma-Schmidta, przykłady układów ortogonalnych, baza ortonormalna w ośrodkowej przestrzeni Hilberta, uogólniony szereg Fouriera.	2
Wy12	<b>Twierdzenie Stone'a – Weierstrassa:</b> dowód twierdzenia, zastosowania do pokazania zupełności układów trygonometrycznych.	2
Wy13-15	<b>Funkcjonały liniowe:</b> twierdzenie Rieszera o postaci funkcjonału na przestrzeni Hilberta, przestrzeń sprzężona (dualna), opis przestrzeni dualnych do $l^p$ i $L^p$ , twierdzenie Rieszera o postaci funkcjonału na $C_0(X)$ (w tym uzupełnienie z teorii miary: miary znakowane, rozkład Hahna-Jordana).	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Elementy topologii: przykłady przestrzeni metrycznych, w tym - zupełnych, zbiory otwarte, domknięte, ciągłość odwzorowań pomiędzy przestrzeniami metrycznymi, ośrodkowość, zbiory zwarte w przestrzeniach metrycznych.	2
Ćw2-3	Przykłady przestrzeni unormowanych, przestrzenie ciągowe $c$ , $c_0$ , $l^p$ , funkcyjne $L^p$ , $C(X)$ , itp.; ugruntowanie pojęcia zupełności, własności topologiczne przestrzeni $L^p$ dla różnych przestrzeni miarowych.	4
Ćw4-6	Przykłady operatorów liniowych, norma operatorowa, operatory całkowite i różniczkowe, praktyczne sposoby badania ograniczoności operatorów.	6
Ćw7-9	Różne przykłady iloczynów skalarnych, przeprowadzanie ortogonalizacji, ugruntowanie pojęć związanych z przestrzeniami Hilberta.	6
Ćw10-11	Przykłady baz ortogonalnych w $L^2(\mathbb{R})$ i $L^2(0,1)$ , w tym wielomiany Legendre'a, wielomiany i funkcje Hermite'a, funkcje Rademachera, układ Haara (jako przykład falki); rozwijanie funkcji w uogólniony szereg Fouriera względem konkretnych baz, zastosowania twierdzenia Stone'a -Weierstrassa.	4
Ćw12-14	Ugruntowanie wiedzy o miarach znakowanych i miarach o wartościach zespolonych; własności funkcjonałów liniowych, znajdowanie przestrzeni sprzężonej do danej, zastosowanie podanych na wykładzie twierdzeń o postaci funkcjonałów na klasycznych przestrzeniach Banacha.	6
Ćw15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna.  
N2 Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna.  
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
F1	PEU_U01-PEU_U05 PEU_W01-PEU_W06 PEU_K01-PEU_K04	odpowiedzi ustne, kartkówki,
F2	PEU_W01-PEU_W06 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K03	kolokwia
F3	PEU_U01-PEU_U05 PEU_W01-PEU_W06 PEU_K01-PEU_K03	egzamin

$P = 0,3 * F1 + 0,3 * F2 + 0,4 * F3$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Jacek Chmieliński, Analiza funkcjonalna (notatki do wykładu), Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków 1999.
2. Janusz Górniak i Tadeusz Pytlik, Analiza funkcjonalna w zadaniach, PWr, Wrocław 1992.
3. Jan Rusinek, Zadania z analizy funkcjonalnej z rozwiązaniami, Wyd. UKSW, Warszawa 2004.
4. Stanisław Prus i Adam Stachura, Analiza funkcjonalna w zadaniach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Walter Rudin, Analiza funkcjonalna, PWN, Warszawa 2001,
2. M. Reed and B. Simon, Methods of modern mathematical physics, vols. 1,2, Academic Press, New York, 1972

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

prof. Krzysztof Stempak (Krzysztof.Stempak@pwr.wroc.pl)  
prof. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Downarowicz@pwr.wroc.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Równania różniczkowe zwyczajne**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Ordinary Differential Equations**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **MAT002112Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych.
2. Znajomość podstawowych faktów z topologii przestrzeni metrycznych, w szczególności znajomość sformułowania i dowodu twierdzenia Banacha o punkcie stałym.
3. Znajomość podstawowych faktów z teorii macierzy.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Prezentacja podstawowych pojęć z zakresu równań różniczkowych zwyczajnych i równań różniczkowych cząstkowych.  
C2 Wyrobiecie umiejętności szukania rozwiązań podstawowych klas równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.  
C3 Zaprezentowanie zastosowań nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi i cząstkowymi w różnych dziedzinach nauki i praktyki.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna podstawowe pojęcia równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych,  
PEU\_W02 zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych zwyczajnych,  
PEU\_W03 zna podstawowe wzory na rozwiązania wybranych klas równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi rozwiązywać podstawowe rodzaje równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych,  
PEU\_U02 potrafi podać interpretację geometryczną równań różniczkowych zwyczajnych i układów takich równań,  
PEU\_U03 potrafi podać zastosowania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych do typowych zagadnień praktycznych.

**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,  
 PEU\_K05 potrafi współpracować ze specjalistami z innych dziedzin nauki oraz praktykami przy konstrukcji i analizie modeli opisywanych przy pomocy równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe rzędu pierwszego.	2
Wy2	Równania różniczkowe zwyczajne o zmiennych rozdzielonych.	2
Wy3	Twierdzenie Picarda-Lindelöfa o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego dla równania pierwszego rzędu. Dowód twierdzenia Picarda-Lindelöfa.	2
Wy4	Równania różniczkowe zupełne. Całki równań różniczkowych.	2
Wy5	Interpretacja geometryczna równania różniczkowego zwyczajnego (pola kierunków, krzywe całkowe, izokliny).	2
Wy6	Układy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne wyższych rzędów.	2
Wy7	Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów. Wzór na uzmiennianie stałych.	2
Wy8	Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych o stałych współczynnikach. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów o stałych współczynnikach. Informacja o metodzie współczynników nieoznaczonych.	2
Wy9	Rozwiązania równań różniczkowych zwyczajnych w postaci szeregów.	2
Wy10	Stabilność i stabilność asymptotyczna autonomicznych układów równań różniczkowych zwyczajnych. Metoda linearyzacji. Informacja o funkcjach Lapunowa. Informacja o chaosie i atraktorach dziwnych.	2
Wy11	Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu.	2
Wy12	Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.	2
Wy13	Równanie Laplace'a. Równanie Poissona.	2
Wy14	Równanie przewodnictwa ciepła.	2
Wy15	Równanie struny drgającej.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Rozwiązywanie równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Sprowadzanie równań różniczkowych Bernoulliego do równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu.	4
Ćw2	Rozwiązywanie równań różniczkowych o zmiennych rozdzielonych oraz równań różniczkowych sprowadzalnych do takiej postaci, w szczególności równań różniczkowych jednorodnych.	3
Ćw3	Równania różniczkowe zupełne. Czynniki całkujące.	3
Ćw4	Badanie jakościowego zachowania się rozwiązań równań różniczkowych zwyczajnych przy pomocy prostych metod geometrycznych.	3
Ćw5	Sprowadzanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu do równań pierwszego rzędu.	2
Ćw6	Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych liniowych o stałych współczynnikach.	2

Ćw7	Rozwiązywanie niejednorodnych równań różniczkowych zwyczajnych liniowych wyższych rzędów o stałych współczynnikach za pomocą metody współczynników nieoznaczonych.	2
Ćw8	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych liniowych przy pomocy szeregów.	2
Ćw9	Badanie stabilności układów równań różniczkowych zwyczajnych.	3
Ćw10	Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych liniowych drugiego rzędu.	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### 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	egzamin
P = 0,4*F1 + 0,6*F2		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria i metody numeryczne z wykorzystaniem komputerowego systemu obliczeń symbolicznych, WNT, Warszawa, 2004.
- [2] W. A. Arnold, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa, 1975.
- [3] H. Marcinkowska, Wstęp do teorii równań różniczkowych cząstkowych, PWN, Warszawa, 1986.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. H. Hubbard and B. H. West, Differential Equations. A Dynamical Systems Approach, Part I, Springer, New York, 1991.
- [2] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław, 2006, i późniejsze.
- [3] L. C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN, Warszawa, 2008.
- [4] G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, Wadsworth and Brooks, 1992.

#### **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: **Praktyka**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Practice**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **MAT002113Q**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>0</b>				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>160</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>6</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>0</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych faktów i technik z dziedzin:

1. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa.
2. Pakiety matematyczne.
3. Wiedza z zakresu technologii informacyjnych, programowania.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Wyrobienie umiejętności zastosowania metod matematycznych w konkretnych problemach.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 posiada wystarczającą wiedzę z matematyki do analizy praktycznych problemów,

PEU\_W02 zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy matematyka.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji i współpracy z przedstawicielami innych zawodów.

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Praca własna studentów

**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_K01 PEU_W01, PEU_W02	Ocena pracy własnej 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: **Wstęp do sztucznej inteligencji**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to AI**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002130W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność programowania.
2. Znajomość podstaw logiki.
3. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów ze strategiami poszukiwania rozwiązań  
C2 Zapoznanie studentów ze strategiami poszukiwania decyzji w grach  
C3 Zapoznanie studentów z metodami wnioskowania probabilistycznego

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna podstawowe strategie poszukiwania rozwiązań  
PEU\_W02 zna strategie poszukiwania decyzji w grach  
PEU\_W03 zna metody wnioskowania probabilistycznego

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi zaimplementować wybrane algorytmy poszukujące rozwiązania  
PEU\_U02 potrafi stworzyć aplikację grającą w wybraną grę

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 Potrafi wyjaśnić podstawowe zagadnienia związane ze sztuczną inteligencją



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do kursu. Podstawowe pojęcia, problemy, historia	2
Wy2-Wy4	Metaheurystyki – przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań	7
Wy4-Wy6	Algorytmy do rozwiązywania gier	5
Wy7-Wy8	Problem spełniania ograniczeń	4
Wy9-Wy11	Dane niepewne i wnioskowanie probabilistyczne	6
Wy12-Wy13	Podstawy przetwarzania języka naturalnego	4
Wy14	Informacje o innych, wybranych zagadnieniach AI	2
Wy15	Sprawdzian	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Zajęcia wprowadzające, zapoznanie się ze środowiskiem	2
Lab2-5	Rozwiązywanie problemów przez przeszukiwanie	8
Lab6-Lab8	Implementacja wybranej gry dwuosobowej z pełną informacją	6
Lab9-Lab11	Rozwiązywanie sudoku	6
La12-Lab14	Rozwiązywanie problemu dotyczącego AI wybranego przez studenta	6
Lab15	Podsumowanie zajęć, oddawanie zaległych ćwiczeń	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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_U02, 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	PEK_U01 – PEK_U02	Ocena wynikająca z sumy zdobytych punktów za poszczególne ćwiczenia
P=0,5*P1+0,5*P2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] S. Russel, P. Norvig. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Pearson Education Inc., 4th Edition, 2021
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. Bartłomiej Dyda, bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Elementy teorii gier**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Elements of Game Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002131Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Podstawy algebry, analizy matematycznej i rachunek prawdopodobieństwa.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie pojęć gry niekooperacyjnej i równowagi Nasha oraz podstawowych twierdzeń dotyczących jej istnienia i właściwości.  
 C2 Poznanie problemu przetargowego Nasha oraz jego rozwiązań.  
 C3 Poznanie podstaw teorii gier kooperacyjnych w postaci funkcji charakterystycznej oraz głównych typów rozwiązań dla gier tego typu.  
 C4 Nabycie umiejętności rozwiązywania prostych gier niekooperacyjnych i kooperacyjnych.  
 C5 Poznanie klasycznych zastosowań teorii gier w ekonomii i naukach społecznych.  
 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 podstawowe pojęcia niekooperacyjnej teorii gier, w tym pojęcia równowagi Nasha i równowagi skorelowanej, oraz podstawowe twierdzenia dotyczące istnienia i własności i sposobów szukania równowag.

PEU\_W02 Zna podstawowe pojęcia teorii gier kooperacyjnych, w tym pojęcia rozwiązań przetargowych i arbitrażowych Nasha, wartości Shapleya, Banzhafa oraz rdzenia. Zna twierdzenia o istnieniu i postaci tych rozwiązań w odpowiednich klasach gier.

PEU\_W03 Zna kluczowe zastosowania modeli teorii gier w ekonomii i naukach społecznych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 Potrafi znaleźć równowagi Nasha i równowagi skorelowane dla prostych gier niekooperacyjnych.

PEU\_U02 Potrafi sformułować odpowiednie problemy optymalizacyjne, prowadzące do znalezienia równowag maszynowo w bardziej skomplikowanych grach niekooperacyjnych.

PEU\_U03 Potrafi znaleźć rozwiązania przetargowe i arbitrażowe w problemie przetargowym Nasha.

PEU\_U04 Potrafi obliczyć wartości Shapleya i Banzhafa oraz wyznaczyć rdzeń dla zadanych gier

kooperacyjnych w postaci funkcji charakterystycznej.

PEU\_U05 Potrafi formułować praktyczne problemy nauki i techniki w języku teorii gier, dobierając przy tym odpowiedni z dostępnych modeli.

### 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 - wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcie gry niekooperacyjnej. Gry dwumacierzowe. Równowaga Nasha. Przykłady zastosowań.	2
Wy2	Rozszerzenie mieszane gry dwumacierzowej. Twierdzenie Nasha. Sposoby szukania równowag w grach dwumacierzowych.	2
Wy3	Gry o sumie zerowej. Gry macierzowe. Twierdzenie minimaksowe von Neumanna. Związek gier macierzowych z programowaniem liniowym.	2
Wy4	Gry o nieskończonych zbiorach strategii. Gry wklęsło-wypukłe ze zwartymi zbiorami strategii. Gry z nieciągłymi wypłatami. Gry n-osobowe.	2
Wy5	Zastosowania gier niekooperacyjnych w ekonomii. Problem duopolu.	2
Wy6	Udoskonalenia pojęcia równowagi. Równowagi skorelowane.	2
Wy7	Gry pozycyjne (gry w postaci ekstensywnej). Gry o doskonałej pamięci. Gry z pełną informacją. Twierdzenie Kuhna. Indukcja wsteczna.	4
Wy8	Gry rynkowe. Równowaga konkurencyjna.	2
Wy9	Problem przetargowy. Rozwiązanie Nasha i jego aksjomatyzacja.	2
Wy10	Groźby. Rozwiązanie arbitrażowe. Model Rubinsteina.	2
Wy11	Gry kooperacyjne w postaci funkcji charakterystycznej. Wartości Shapleya i Banzhafa.	2
Wy12	Aksjomatyzacja i zastosowanie wartości Shapleya.	2
Wy13	Aksjomatyzacja i zastosowanie wartości Banzhafa.	2
Wy14	Rdzeń. Zbiory przetargowe.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Proste algorytmy rozwiązywania gier dwumacierzowych. Szukanie równowag Nasha i równowag skorelowanych. Badanie własności równowag Nasha w grach o pewnych własnościach. Formułowanie problemu szukania równowag jako problemu optymalizacyjnego.	8
Ćw2	Zastosowania gier niekooperacyjnych w ekonomii.	4
Ćw3	Zapis praktycznych problemów jako gier pozycyjnych. Algorytmy szukania równowag Nasha w grach pozycyjnych. Badanie własności równowag w grach pozycyjnych.	6
Ćw4	Algorytmy szukania rozwiązań przetargowych i arbitrażowych w problemie przetargowym Nasha.	4
Ćw5	Zapis prostych gier w postaci funkcji charakterystycznej. Obliczanie wartości Shapleya i Banzhafa, rdzeni oraz zbiorów przetargowych dla konkretnych przykładów gier kooperacyjnych. Badanie własności rozwiązań gier kooperacyjnych. Zastosowania wartości Shapleya i Banzhafa w grach z głosowaniem.	8
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**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_W03, PEU_U01,PEU_U02, PEU_U05,PEU_K01, PEU_K02	kolokwium
F2	PEU_W02,PEU_W03 PEU_U03-PEU_U05 PEU_K01, PEU_K02	kolokwium
F3	PEU_W01-PEU_W03 PEU_U01-PEU_U03 PEU_U04	odpowiedzi ustne

$P=0,45F1+0,45F2+0,1F3$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Michael Maschler, Eilon Solan, Shmuel Zamir. Game Theory, Cambridge University Press, 2013.
- [2] Philip D. Straffin. Teoria gier, Wydawnictwo Naukowe Scholar 2001 i późniejsze.
- [3] Guillermo Owen. Teoria gier, PWN, Warszawa, 1975.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [4] Martin J. Osborne, Ariel Rubinstein. A Course in Game Theory, MIT Press 2004.
- [5] Drew Fudenberg, Jean Tirole. Game Theory, MIT Press, Cambridge, 1996 i późniejsze.
- [6] Joel Watson. Strategia. Wprowadzenie do teorii gier, WNT Warszawa 2005.

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

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

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Modelowanie rynków finansowych**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Modelling of Financial Markets**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002132WI**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Brak wymagań wstępnych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zaprezentowanie podstawowych pojęć i wiedzy z zakresu rynków finansowych i dyskretnych modeli matematyki finansowej

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna najważniejsze pojęcia dotyczące rynków finansowych,  
 PEU\_W02 zna podstawy z zakresu dyskretnych modeli finansowych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi konstruować dyskretny model matematyczny, 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	Inwestycje i inwestorzy, wartość pieniądza w czasie	3
Wy2	Rynek finansowy, rynek kapitałowy, giełdy	2
Wy3	Waluty, instrumenty dłużne, krzywa rentowności	4
Wy4	Teoria portfela, wartość zagrożona ryzykiem (VaR)	5
Wy5	Rynek terminowy, kontrakty forward, futures i wymiany	4

Wy6	Opcje	4
Wy7	Model Blacka-Scholesa (-Mertona), model dwumianowy	4
Wy8	Monte Carlo w finansach	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Zgodna z zawartością tematyczną wykładu	30
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna.		
N2 Laboratorium – metoda tradycyjna.		

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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	Kolokwia, kartkówki
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
P=0,5*F1+0,5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] A. Weron, R. Weron, Inżynieria finansowa, WNT, 1998 i późniejsze.</p> <p>[2] M. Capiński, T. Zastawniak, Mathematics for Finance. An Introduction to Financial Engineering, Springer, 2011.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] E. J. Elton, M. J. Gruber, Nowoczesna teoria portfelowa i analiza papierów wartościowych, WIG-Press, Warszawa, 1998.</p> <p>[2] F. J. Fabozzi, Rynki obligacji. Analiza i strategie, WIG-Press, Warszawa, 1999 i późniejsze.</p> <p>[3] R. A. Haugen, Teoria nowoczesnego inwestowania, WIG-Press, Warszawa, 1996 i późniejsze.</p> <p>[4] J. Hull, Kontrakty terminowe i opcje. Wprowadzenie, WIG-Press, Warszawa, 1998.</p> <p>[5] K. Jajuga, K. Kuziak, P. Markowski, Inwestycje finansowe, WAE, Wrocław, 1998.</p> <p>[6] J. C. Ritchie, Analiza fundamentalna, WIG-Press, Warszawa, 1997.</p> <p>[7] A. Sopoćko, Rynkowe instrumenty finansowe, PWN, Warszawa, 2005 i późniejsze.</p> <p>[8] D. Ruppert, D.S. Matteson, Statistics and Data Analysis for Financial Engineering with R examples, Springer, 2015.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr Kamil.Bogus (kamil.bogus@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Podstawy optymalizacji**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Basics of Optimization**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002133Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Algebra, analiza matematyczna.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Prezentacja pojęć i metod programowania matematycznego.  
C2 Sformułowanie zadań programowania liniowego i kwadratowego.  
C3 Przedstawienie podstaw analizy wypukłej i jej znaczenia dla programowania matematycznego.  
C4 WYROBIENIE UMIEJĘTNOŚCI analizy warunków koniecznych i wystarczających dla zadań optymalizacji z ograniczeniami.  
C5 Przedstawienie podstawowych metod komputerowych rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.  
C6 Zaprezentowanie zastosowania 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.

**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.

**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.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do programowania matematycznego. Zadania optymalizacji bez ograniczeń. Optima lokalne i globalne. Warunki optymalności. Funkcje i zbiory wypukłe. Znaczenie wypukłości w optymalizacji.	4
Wy2	Metody iteracyjne optymalizacji jednowymiarowej.	2
Wy3	Metody gradientowe szukania ekstremum. Metoda najszybszego spadku. Metoda Newtona. Analiza zbieżności.	4
Wy3	Programowanie liniowe. Interpretacja geometryczna. Algorytm sympleks.	4
Wy4	Zagadnienie dualne. Twierdzenia o dualności dla programowania liniowego. Wykorzystanie rozwiązania problemu dualnego do analizy wrażliwości.	2
Wy5	Programowanie całkowitoliczbowe. Relaksacja zagadnienia programowania całkowitoliczbowego. Metoda podziału i ograniczeń.	2
Wy6	Teoria mnożników Lagrange'a. Warunki konieczne i wystarczające istnienia ekstremum przy ograniczeniach w postaci równości.	2
Wy7	Ograniczenia w postaci nierówności. Warunki optymalności Karusha-Kuhna-Tuckera.	2
Wy8	Zagadnienie dualne w sensie Lagrange'a. Twierdzenia o dualności. Wykorzystanie mnożników Lagrange'a do analizy wrażliwości.	2
Wy9	Metody iteracyjne oparte na teorii mnożników Lagrange'a. Metoda mnożników. Metoda barierowa.	4
Wy10	Twierdzenie o rzutowaniu na zbiór wypukły. Zadania optymalizacji na zbiorze wypukłym. Metoda Franka-Wolfe'a. Metoda rzutowania gradientu.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Zagadnienia ilustrujące warunki konieczne i wystarczające optymalności.	4
Ćw2	Zagadnienia ilustrujące własności funkcji wypukłych i zbiorów wypukłych.	2
Ćw3	Ilustracja metod gradientowych szukania ekstremum.	4
Ćw4	Ilustracja metody sympleks. Przykłady praktycznych zastosowań programowania liniowego. Problem dualny a analiza wrażliwości.	6
Ćw5	Ilustracja metody podziału i ograniczeń. Przykłady zastosowań programowania całkowitoliczbowego.	4
Ćw6	Zastosowanie mnożników Lagrange'a oraz warunków Karusha-Kuhna-Tuckera do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.	6
Ćw7	Ilustracja metod komputerowych szukania ekstremów dla problemów z ograniczeniami.	2
Ćw8	Kolokwium.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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_W04 PEU_K01, PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K03	kolokwium
P=0,4*F1+0,6*F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] S.P. Bradley, A.C. Hax, T.L. Magnanti, Applied Mathematical Programming, Addison-Wesley Publishing Company, 1977
- [2] D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, Belmont, MA: 1999.
- [3] A. Cegielski, Programowanie matematyczne cz. 1. Programowanie liniowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego 2002.
- [4] W. Grabowski, Programowanie matematyczne, PWE Warszawa 1980.
- [5] R.S. Garfinkel, G.L. Nemhauser, Programowanie całkowitoliczbowe, PWN, 1978.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] I. Nykowski, Programowanie liniowe, PWE Warszawa 1980.
- [7] B. Martos, Programowanie nieliniowe, Warszawa: PWN, 1983.
- [8] A. Ruszczyński, Nonlinear optimization, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2006.
- [9] S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004

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

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

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Teoria grafów**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Graph Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002134Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Podstawowa wiedza z logiki oraz teorii zbiorów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studenta z podstawowymi pojęciami teorii grafów.  
 C2 Zapoznanie studenta z narzędziami teoretycznymi pozwalającymi rozstrzygać problemy o charakterze teorio-grafowym.  
 C3 Wyposażenie studenta w wiedzę pozwalającą stosować teorię grafów w innych dyscyplinach matematyki i w zagadnieniach aplikacyjnych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy student:**

PEK\_W01 ma podstawową wiedzę w zakresie teorii grafów  
 PEK\_W02 ma podstawową wiedzę o usytuowaniu teorii grafów w matematyce

**Z zakresu umiejętności student:**

PEK\_U01 umie rozwiązywać elementarne zagadnienia w teorii grafów  
 PEK\_U02 umie stosować teorię grafów w innych działach matematyki  
 PEK\_U03 umie formułować (właściwe) zagadnienia aplikacyjne w języku teorii grafów

**Z zakresu kompetencji społecznych student:**

PEK\_K01 potrafi przekazać posiadaną wiedzę, zwłaszcza uzasadniając stosowanie metod matematyki teorii grafów w zagadnieniach aplikacyjnych  
 PEK\_K02 umie samodzielnie pracować z materiałami naukowo-dydaktycznymi

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia teorii grafów.	3
Wy2	Trasy, ścieżki, drogi i cykle. Grafy spójne.	3
Wy3	Grafy eulerowskie i hamiltonowskie.	2
Wy4	Lasy i drzewa. Kod Prüfera. Drzewa spinające i twierdzenie Cayleya. Algorytmy Prima i Kruskala.	4
Wy5	Planarność. Twierdzenie Eulera. Dualność grafów płaskich. Grafy platońskie.	3
Wy6	Kolorowanie wierzchołków i krawędzi grafów.	3
Wy7	Grafy skierowane. Silna spójność i orientowalność. Turnieje.	2
Wy8	Przepływy w sieciach i twierdzenie Forda-Fulkersona. Digrafy związane z łańcuchami Markowa o skończonej liczbie stanów.	4
Wy9	Grafy dwudzielne i skojarzenia. Twierdzenie Halla. Transwersale. Kwadraty łacińskie. Twierdzenia Mengera.	4
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne tematy wykładu.	30
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Klasyczny wykład przy tablicy. 2. Ćwiczenia w formie rozwiązywania zadań.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
F1	PEK_W01, PEK_W02 PEK_U01, PEK_U02 PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Kolokwium w trakcie semestru, ocena aktywności na ćwiczeniach
F2	PEK_W01, PEK_W02 PEK_U01, PEK_U02 PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Kolokwium zaliczeniowe
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] R. J. Wilson. Wprowadzenie do teorii grafów. PWN 1998.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] K. A. Ross, C. R. B. Wright, Matematyka dyskretna, PWN 1996. [2] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein. Wprowadzenie do algorytmów, WNT 2004. [3] R. Sedgewick, Algorytmy w C++. Grafy. RM 2003.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b> Dr hab. inż. Kamil Kaleta (Kamil.Kaleta@pwr.edu.pl), dr inż. Grzegorz Serafin (Grzegorz.Serafin@pwr.edu.pl)



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Matematyka dyskretna**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Discrete Mathematics**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002135Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Znajomość matematyki odpowiadająca maturze na poziomie podstawowym

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie podstawowych pojęć kombinatorycznych.  
 C2 Opanowanie aparatu rachunkowego kombinatoryki i zdobycie umiejętności zliczania struktur i obiektów kombinatorycznych.  
 C3 Opanowanie umiejętności posługiwania się matematyką dyskretną w rozumowaniach typu egzystencjalnego.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy student:**

PEK\_W01 ma podstawową wiedzę w zakresie pojęć kombinatorycznych,  
 PEK\_W02 zna najważniejsze metody zliczania obiektów kombinatorycznych,  
 PEK\_W03 zna podstawowe twierdzenia kombinatoryki typu egzystencjalnego.

**Z zakresu umiejętności student:**

PEK\_U01 umie dostrzegać zagadnienia kombinatoryczne w problemach matematycznych,  
 PEK\_U02 potrafi zliczać obiekty kombinatoryczne,  
 PEK\_U03 umie rozwiązywać podstawowe problemy kombinatoryczne typu egzystencjalnego

**Z zakresu kompetencji społecznych student:**

PEK\_K01 potrafi przekazać posiadaną wiedzę, zwłaszcza uzasadniając stosowanie metod matematyki dyskretniej w zagadnieniach matematycznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia kombinatoryki: wariacje, permutacje, kombinacje. Liczba wariacji, permutacji i kombinacji danego zbioru.	2
Wy2	Tożsamości kombinatoryczne, wzór wielomianowy Newtona.	3
Wy3	Wzór włączeń-wyłączenia. Funkcja Eulera.	3
Wy4	Permutacje: rozkład permutacji na cykle, generowanie permutacji. Liczby Stirlinga pierwszego rodzaju.	4
Wy5	Podział zbioru, liczby Stirlinga drugiego rodzaju, liczby Bella, zasada szufladkowa Dirichleta.	4
Wy6	Rekurencja: Ciągi definiowane rekurencyjnie, ciąg Fibonacciego, liczby Catalana, metoda równania charakterystycznego.	4
Wy7	Funkcje tworzące i ich zastosowania.	4
Wy8	Twierdzenie Halla o systemach reprezentantów, liczba systemów reprezentantów. Zastosowania.	3
Wy9	Podstawy teorii grafów.	3
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Elementarne zadania na zliczanie obiektów kombinatorycznych z zastosowaniem wariacji, permutacji i kombinacji.	4
Ćw2	Udowadnianie i wyprowadzanie tożsamości kombinatorycznych.	4
Ćw3	Zadania na zliczanie z użyciem wzoru włączeń i wyłączeń.	2
Ćw4	Zadania dotyczące własności permutacji.	2
Ćw5	Zadania z użyciem liczb podziałowych.	4
Ćw6	Zadania o ciągach rekurencyjnych. Układanie oraz rozwiązywanie rekurencji.	4
Ćw7	Wyliczanie funkcji tworzących ciągu oraz odtwarzanie ciągu z funkcji tworzących. Rozwiązywanie rekurencji przy użyciu funkcji tworzących.	6
Ćw8	Zastosowanie twierdzenia Halla w kombinatorycznych twierdzeniach egzystencjalnych.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna. 2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna. 3. Konsultacje. 4. Praca własna studenta.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
F1	PEK_U01-PEK_U03, PEK_K02, PEK_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEK_W01-PEK_W03, PEK_U01-PEK_U03, PEK_K01- PEK_K02	kolokwium zaliczeniowe
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Lipski, W. Marek, Analiza kombinatoryczna, PWN 1986.
- [2] M. Zakrzewski, Markowe wykłady z matematyki. Matematyka dyskretna, GiS 2018.
- [3] Z. Palka, A. Ruciński, Wykłady z kombinatoryki, WNT 2009.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] K. A. Ross, C. R. B. Wright, Matematyka dyskretna, PWN 1986.
- [2] V. Bryant, Aspekty kombinatoryki, WNT 1977.
- [3] R. Graham, D. Knuth, O. Patashnik, Matematyka konkretna, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2003.

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

dr inż. Grzegorz Serafin (Grzegorz.Serafin@pwr.wroc.pl)





**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do algebry abstrakcyjnej**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Abstract Algebra**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002140Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość rachunku macierzowego w zakresie kursu Algebra M1.  
 Znajomość przestrzeni liniowych w zakresie kursu Algebra M2.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Prezentacja podstawowych własności i zastosowań grup.  
 C2 Przedstawienie możliwości reprezentacji grup przy pomocy macierzy i przekształceń.  
 C3 Wyrobienie umiejętności abstrakcyjnego spojrzenia na problemy związane z wielomianami.  
 C4 Zaprezentowanie podstawowych własności ciał i ich związków z przestrzeniami liniowymi.  
 C5 Wyrobienie umiejętności abstrakcyjnego myślenia.  
 C6 Wyrobienie 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 te analogie,  
 PEU\_U03 potrafi budować modele abstrakcyjne odpowiadające napotkanym zjawiskom,  
 PEU\_U04 potrafi formułować zagadnienia w postaci abstrakcyjnej i je analizować,  
 PEU\_U05 potrafi przeprowadzać rozważania abstrakcyjne .

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury naukowej i ją wykorzystywać,  
 PEU\_K02 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Półgrupy, grupy, podgrupy, grupy cykliczne. Podstawowe własności i przykłady.	2
Wy2	Homomorfizmy, izomorfizmy, jądro i obraz homomorfizmu.	2
Wy3	Warstwy, twierdzenie Lagrange'a.	2
Wy4	Dzielniki normalne, grupy ilorazowe.	2
Wy5	Twierdzenia o izomorfizmie. Reprezentacje macierzowe.	2
Wy6	Grupy przekształceń. Grupy permutacji, rozkłady permutacji na cykle.	2
Wy7	Sumy proste grup. Struktura skończone generowalnych grup abelowych.	2
Wy8	Pierścienie i ciała. Podstawowe własności i przykłady.	2
Wy9	Dzielniki zera. Elementy odwracalne. Pierścień wielomianów.	2
Wy10	Homomorfizmy pierścieni i ciał. Jądro i obraz homomorfizmu. Ideały.	2
Wy11	Pierścień ilorazowy, twierdzenia o izomorfizmie, ideały główne i maksymalne.	2
Wy12	Ciało ułamków pierścienia całkowitego. Elementy rozkładalne i nierozkładalne.	2
Wy13	Rozszerzenie ciał, elementy algebraiczne i przestępne. Ciała algebraicznie domknięte.	2
Wy14	Elementy teorii Galois.	2
Wy15	Zaliczenie.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Własności grup i podgrup. Grupy cykliczne.	2
Ćw2	Homomorfizmy, rzędy elementów.	4
Ćw3	Warstwy, grupy ilorazowe.	4
Ćw4	Sumy proste grup.	2
Ćw5	Własności pierścieni, ideały.	4
Ćw6	Pierścienie wielomianów.	2
Ćw7	Teoria podzielności w pierścieniach.	4
Ćw8	Rozszerzenia ciał.	4
Ćw9	Teoria Galois.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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_U05 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01, PEU_K02	zaliczenie
P=0,5*F1+0,5*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>[1] A. Białynicki-Birula, Zarys algebry, PWN, Warszawa, 1987.</li><li>[2] J. Browkin, Teoria ciał, PWN, Warszawa, 1977.</li><li>[3] B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, 2004.</li><li>[4] J. Rutkowski, Algebra abstrakcyjna w zadaniach, PWN, 2010.</li><li>[5] A. Walendziak, Algebra abstrakcyjna, UPH Siedlce, 2011.</li></ul> |
|---|

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>[1] J. M. Bryński, J. Jurkiewicz, Zbiór zadań z algebry, PWN, Warszawa, 1985.</li><li>[2] A.I.Kostrykin, Zbiór zadań algebry, PWN, Warszawa, 2005.</li><li>[3] K. Szymiczek, Zbiór zadań z teorii grup, PWN, Warszawa, 1989.</li><li>[4] O. Zariski, P. Samuel, Commutative algebra, vol.1, Springer, 1979.</li></ul> |
|---|

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

Dr hab. Wiesław Dudek, (Wieslaw.Dudek@pwr.edu.pl)
---

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Teoria mnogości**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Set Theory**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002141Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Podstawowa wiedza z logiki oraz teorii zbiorów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z podstawowymi narzędziami współczesnej teorii mnogości.
- C2 Pokazanie rezultatów i kierunków rozwoju teorii mnogości.
- C3 Opanowanie umiejętności przeprowadzania rozumowań w teorii mnogości.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna aksjomatykę współczesnej teorii mnogości,  
PEU\_W02 rozumie rolę i znaczenie konstrukcji i rozumowań teorii mnogości,  
PEU\_W03 zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy teorii mnogości,  
PEU\_W04 zna podstawowe teorio-mnogościowe własności miary Lebesgue'a,  
PEU\_W05 zna większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody w teorii mnogości.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi przeprowadzać rozumowanie w aksjomatycznej teorii mnogości,  
PEU\_U02 posługuje się indukcją pozaskończoną,  
PEU\_U03 umie stosować system logiki klasycznej do formalizacji teorii matematycznych,  
PEU\_U04 posługuje się językiem teorii mnogości,  
PEU\_U05 umie oszacować złożoności podzbiorów liczb rzeczywistych na podstawie ich opisu logicznego.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 dostrzega ograniczenia własnej wiedzy,  
PEU\_K02 potrafi precyzyjnie formułować pytania,  
PEU\_K03 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Aksjomaty teorii mnogości ZFC	2
Wy2	Liczby porządkowe - podstawowe własności	2
Wy3	Liczby porządkowe - definicje rekurencyjne	2
Wy4	Liczby kardynalne - definicja i podstawowe własności	2
Wy5	Liczby kardynalne - arytmetyka	2
Wy6	Hipoteza Continuum, pojęcie niezależności i niesprzeczności	2
Wy7	Przestrzenie polskie i zbiory borelowskie	2
Wy8	Własność podzbioru doskonałego zbiorów borelowskich	2
Wy9	Ideał zbiorów miary zero i miara Lebesgue'a	2
Wy10	Ideał zbiorów pierwszej kategorii i własność Baire'a	2
Wy11	Zbiory Vitalego, Bernsteina, Sierpińskiego i Łuzina	2
Wy12	Aksjomat Martina	2
Wy13	Współczynniki kardynalne ideałów	2
Wy14	Diagram Cichonia	2
Wy15	Współczesne kierunki rozwoju teorii mnogości	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Aksjomaty teorii mnogości	4
Ćw2	Indukcja pozaskończona	4
Ćw3	Arytmetyka kardynalna	4
Ćw4	Zbiory borelowskie	4
Ćw5	Miara Lebesgue'a	4
Ćw6	Zbiory niemierzalne	4
Ćw7	Sigma-ideały z bazą borelowską	4
Ćw8	Podsumowanie	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Wykład tradycyjny.</li> <li>Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań i problemów.</li> <li>Konsultacje.</li> <li>Praca własna studentów.</li> </ol>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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_U05 PEU_K01-PEU_K03	Kontrola realizacji list zadań
F2	PEU_W01-PEU_W05	Kolokwium końcowe
$P=0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>[1] T. Jech, Set Theory, Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 1997.</li> <li>[2] K. Kunen, Set Theory, An Introduction to Independence Proofs, North Holland, Amsterdam, 1980.</li> <li>[3] J. Cichoń, A. Kharazishvili, B. Węglorz, Subsets of the real line. Part I, Wydawnictwa Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1995, p. 1 – 232, do pobrania ze strony <a href="http://cs.pwr.edu.pl/cichon/archiwum.php">http://cs.pwr.edu.pl/cichon/archiwum.php</a></li> </ol>

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

[1] J. Cichoń, Wykłady ze Wstępu do Matematyki (Dodatek A i B), Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2003.

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

Dr Anna Krystek ([anna.krystek@pwr.edu.pl](mailto:anna.krystek@pwr.edu.pl))

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	<b>Funkcje analityczne</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	<b>Analytic Functions</b>
Kierunek studiów:	<b>Matematyka</b>
Specjalność:	<b>Matematyka teoretyczna</b>
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu:	<b>MAT002142Wc</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Algebra.
2. Analiza Matematyczna

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie podstawowych pojęć i podstawowych narzędzi teorii funkcji zmiennej zespolonej.  
C2 Wyrobienie umiejętności stosowania poznanych pojęć.  
C3 Przedstawienie zastosowania teorii funkcji zmiennej zespolonej w rozwiązywaniu problemów z innych działów matematyki.  
C4 Zaprezentowanie zastosowań w naukach technicznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

- PEU\_W01 zna podstawowe funkcje elementarne zmiennej zespolonej,  
PEU\_W02 posiada podstawową wiedzę o ciągach i szeregach zespolonych,  
PEU\_W03 posiada wiedzę o pochodnej funkcji zespolonej,  
PEU\_W04 rozumie pojęcie całki zespolonej i potrafi się nim posługiwać,  
PEU\_W05 zna podstawowe twierdzenia o funkcjach analitycznych i rozumie ich znaczenie.

**Z zakresu umiejętności student**

- PEU\_U01 potrafi badać zbieżność ciągów i szeregów zespolonych,  
PEU\_U02 potrafi posługiwać się pojęciem pochodnej zespolonej,  
PEU\_U03 potrafi stosować poznane twierdzenia o całkach zespolonych,  
PEU\_U04 potrafi stosować wiedzę o funkcjach analitycznych do obliczania całek,  
PEU\_U05 dostrzega potrzebę znajomości analizy zespolonej w rozwoju innych działów matematyki oraz w naukach technicznych.



**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi uzupełniać wiedzę w oparciu o dostępne źródła,

PEU\_K02 rozumie potrzebę zdobywania wiedzy,

PEU\_K03 dostrzega znaczenie systematyczności w pracy.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1 Wy2	Funkcje elementarne, ciągi i szeregi liczb zespolonych, szeregi potęgowe.	4
Wy3	Pochodna, równania Cauchy- Riemanna, pochodne formalne, odwzorowania konforemne.	2
Wy4 Wy5 Wy6	Całki zespolone, twierdzenie i wzór Cauchy'ego, tw. Morery, zastosowania.	6
Wy7	Zera i osobliwości izolowane funkcji holomorficzych. Klasyfikacja.	2
Wy8	Tw. o wartości średniej, o maksimum modułu, zasada maksimum.	2
Wy9	Nierówności Cauchy'ego, funkcje całkowite, tw. Liouville'a, zas. tw. algebry.	2
Wy10	Ciągi i szeregi funkcji holomorficzych. Zbieżność niemal jednostajna i w $L(p)$ .	2
Wy11	Funkcje meromorficzne, residua, tw. o residuach, metody obliczania.	2
Wy12	Zastosowania do obliczania całek rzeczywistych.	2
Wy13 Wy14	Zasada argumentu, tw. o odwzorowaniu otwartym, tw, o odwzorowaniu odwrotnym	4
Wy15	Funkcje holomorficzne w pierścieniu, szeregi Laurenta.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Badanie zbieżności ciągów i szeregów zespolonych.	2
Ćw2	Badanie holomorficznego i przykładowe odwzorowania konforemne.	2
Ćw3 Ćw4	Zastosowania wzoru i tw. Cauchy'ego.	4
Ćw5 Ćw6	Analiza zer i osobliwości.	4
Ćw7 Ćw8	Rozwinięcia w szeregi potęgowe.	4
Ćw9	Rozwinięcia w szeregi Laurenta.	2
Ćw10	Metody obliczania residuów.	2
Ćw11 Ćw12	Obliczanie całek przy pomocy residuów.	4
Ćw13	Rozkłady na ułamki proste.	2
Ćw14 Ćw15	Przykładowe zastosowania w innych dziedzinach.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna

N2 Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna

N3 Samodzielna prezentacja przez studentów

**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_U05 PEU_K01, PEU_K03	Odpowiedzi ustne, prezentacja, kartkówki
F2	PEU_W01-PEU_W05 PEU_U01-PEU_U05 PEU_K02	kolokwium zaliczeniowe
$P=0,4 \cdot F1 + 0,6 \cdot F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona.
- [2] F. Leja, Funkcje zespolone.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] B. W. Szabat, Wstep do analizy zespolonej.
- [2] J. Krzyż, J. Ławrynowicz, Elementy analizy zespolonej.
- [3] L. V. Ahlfors, Complex Analysis.
- [4] J.B. Conway, Functions of One Complex Variable.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**Dr inż. Jerzy Ryczaj ([Jerzy.Ryczaj@pwr.wroc.pl](mailto:Jerzy.Ryczaj@pwr.wroc.pl))Dr hab. Bartłomiej Dyda ([bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl](mailto:bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl))

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza wektorowa**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Vector Analysis**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002143Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Analiza matematyczna M1.
2. Analiza matematyczna M2.
3. Algebra M2.
4. Wstęp do topologii.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych o wartościach skalarnych i wektorowych.  
C2 Zrozumienie pojęć krzywej i powierzchni oraz poznanie ich własności.  
C3 Poznanie całek krzywoliniowych i powierzchniowych i ich własności.  
C4 Opanowanie podstawowych metod analizy wektorowej i ich zastosowań w geometrii, fizyce i mechanice.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 ma podstawową wiedzę dotyczącą rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych o wartościach skalarnych i wektorowych oraz o zamianie zmiennych w całkach wielokrotnych,  
PEU\_W02 zna pojęcie krzywej i powierzchni oraz własności tych pojęć,  
PEU\_W03 zna pojęcia całki krzywoliniowej i powierzchniowej, niezorientowanej i zorientowanej,  
PEU\_W04 zna podstawowe twierdzenia analizy wektorowej.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi stosować rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych przy zamianie zmiennych w całkach wielokrotnych i do badania funkcji uwikłanych,  
PEU\_U02 potrafi obliczać całki krzywoliniowe i powierzchniowe oraz stosować twierdzenia dotyczące tych pojęć  
PEU\_U03 potrafi stosować twierdzenia analizy wektorowej do rozwiązywania zagadnień z fizyki, geometrii i mechaniki.

**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 samodzielnej i systematycznej pracy nad opanowaniem materiału kursu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Odwzorowania o wartościach wektorowych: definicje, granice, ciągłość, różniczkowalność, macierz Jacobiego, jacobian, pochodna złożenia, pola wektorowe.	2
Wy2	Całka wielokrotna: zamiana zmiennych w całce wielokrotnej.	2
Wy3	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: wielowymiarowy wzór Taylora, ekstrema lokalne funkcji więcej niż dwóch zmiennych	2
Wy4	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: twierdzenie o funkcji uwikłanej, różniczkowanie funkcji uwikłanej, twierdzenie o funkcji odwrotnej.	2
Wy5	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: metoda mnożników Lagrange'a.	2
Wy6	Krzywe na płaszczyźnie: krzywe prostowalne, krzywe gładkie, prędkość i przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym, wektor styczny, krzywizna i promień krzywizny.	2
Wy7	Krzywe w przestrzeni euklidesowej: prędkość i przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym, wektor styczny, krzywizna i torsja krzywej w przestrzeni trójwymiarowej, wzory Fréneta.	2
Wy8	Powierzchnie: płat powierzchniowy, orientacja płata, wektory styczne i wektor normalny, element powierzchni.	2
Wy9	Całka powierzchniowa: całka powierzchniowa nieorientowana, własności, zastosowania w fizyce, geometrii i mechanice.	2
Wy10	Całka powierzchniowa: całka powierzchniowa zorientowana, własności, zastosowania w fizyce.	2
Wy11	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: dywergencja pola wektorowego, twierdzenie o dywergencji (wzór Gaussa–Ostrogradzkiego) dla wielowymiarowych obszarów normalnych, informacja o uogólnieniach, operator Laplace'a, wzory Greena.	2
Wy12	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: rotacja trójwymiarowego pola wektorowego, wzór Stokesa dla płatów powierzchniowych.	2
Wy13	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: podrozmaitości przestrzeni Euklidesowej, formy różniczkowe.	2
Wy14	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: informacja o ogólnym twierdzeniu Stokesa.	2
Wy15	Uzupełnienia, rozszerzenia i zastosowania, np.: ruch w polu grawitacyjnym i prawa Keplera; pole elektromagnetyczne i równania Maxwella; krzywizna powierzchni; rozmaitości różniczkowalne.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

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

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia cząstkowe
F2	PEU_W01–PEU_W04, PEU_U01-PEU_U05, PEU_K01, PEU_K02	kolokwium zaliczeniowe
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G. M. Fichtenholz, *Rachunek różniczkowy i całkowy*, tom I, II i III. PWN, 1978.
- [2] F. Leja, *Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych*, BM 2, PWN, 2008.
- [3] H. Musielak, J. Musielak, *Analiza matematyczna*, tom I, II, Wyd. Naukowe UAM, 1993.
- [4] J. Musielak, L. Skrzypczak, *Analiza matematyczna*, tom III, Wyd. Naukowe UAM, 2006.
- [5] R. Rudnicki, *Wykłady z analizy matematycznej*, PWN, 2001.
- [6] M. Zakrzewski, *Markowe wykłady z matematyki. Analiza*, GiS, 2013.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. Birkholc, *Analiza matematyczna, Funkcje wielu zmiennych*, PWN, 2002.
- [2] L. Górniewicz, S. R. Ingarden, *Analiza matematyczna dla fizyków*, Wyd. Naukowe UMK, 2012.
- [3] W. Kołodziej, *Analiza matematyczna*, PWN, 2009.
- [4] W. Rudin, *Podstawy analizy matematycznej*, PWN, 1982.
- [5] A. Sołtysiak, *Analiza matematyczna. Część 1*, Wyd. Naukowe UAM, 2009.
- [6] J. Banaś, S. Wędrychowicz, *Zbiór zadań z analizy matematycznej*, WNT, Warszawa 2001.
- [7] B. P. Demidowicz, *Zbiór zadań i ćwiczeń z analizy matematycznej*, cz. 1, 2, 3, Wyd. Naukowa Książka, Lublin, 1992–93.
- [8] M. Gewert, Z. Skoczylas, *Elementy analizy wektorowej. Teoria, przykłady, zadania*, GiS, 2004
- [9] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 1, liczby rzeczywiste ciągi i szeregi liczbowe*, PWN, 2005
- [10] W. J. Kaczor, M. T. Nowak, *Zadania z analizy matematycznej. Część 3, całkowanie*, PWN, 2012
- [11] W. Krywicki, L. Włodarski, *Analiza matematyczna w zadaniach*, cz 1 i 2, PWN, 2013

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

Dr hab. Mateusz Kwaśnicki (mateusz.kwasnicki@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do układów dynamicznych**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Dynamical Systems**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002144Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Podstawy algebry, topologii, teorii miary i analizy funkcjonalnej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie najważniejszych typów układów dynamicznych  
 C2 Zdobycie wiedzy na temat różnych własności pozwalających na rozróżnienie układów dynamicznych, w sensie izomorfizmu bądź sprzężenia  
 C3 Zapoznanie z różnymi aspektami zjawiska powracania i z konsekwencjami twierdzeń ergodycznych  
 C4 Zdobycie podstawowej wiedzy o topologicznych układach dynamicznych i ich własnościach  
 C5 Poznanie pojęcia entropii teorii-miarowej i entropii topologicznej, związków pomiędzy tymi pojęciami i ich interpretacjami.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 znajomość fundamentalnych modeli układów dynamicznych (obroty, przesunięcia, topologiczne łańcuchy Markowa)  
 PEU\_W02 zrozumienie roli układów dynamicznych w badaniu ewolucji zjawisk opisywanych przez modele matematyczne; zrozumienie pojęcia izomorfizmu i sprzężenia topologicznego  
 PEU\_W03 znajomość twierdzenia Poincarego o powracaniu oraz podstawowych twierdzeń ergodycznych (von Neumanna i Birkhoffa)

PEU\_W04 dobre zrozumienie znaczenia pojęć takich jak ergodyczność, mieszanie, słabe mieszanie, tranzytywność, minimalność, mieszanie topologiczne, distalność  
 PEU\_W05 znajomość definicji entropii oraz entropii topologicznej; zrozumienie znaczenia tych wielkości.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 znajomość podstawowych własności układów dynamicznych, umiejętność stosowania ich do zagadnień identyfikacji (bądź rozróżniania) układów, umiejętność stosowania pojęcia faktora miarowego i topologicznego

PEU\_U02 umiejętność sprawdzania własności spektralnych, ergodyczności bądź mieszania w odpowiednich klasach układów dynamicznych

PEU\_U03 umiejętność stosowania twierdzeń ergodycznych

PEU\_U04 umiejętność badania podstawowych własności topologicznych układów dynamicznych, takich jak minimalność czy mieszanie topologiczne

PEU\_U05 znajomość pojęcia entropii i umiejętność wyznaczania entropii teorio-miarowej bądź topologicznej układu (dla odpowiednich klas układów)

PEU\_U06 umiejętność interpretowania entropii w zagadnieniach kodowania układów, w zagadnieniach powracania i w elementarnej teorii informacji

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 umiejętność wyszukiwania i korzystania z literatury naukowej do kursu oraz samodzielnego zdobywania wiedzy

PEU\_K02 zdolność precyzyjnego formułowania pytań

PEU\_K03 zrozumienie i docenienie znaczenia uczciwości intelektualnej, kształtowanie postawy uczciwości

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Naturalne przykłady układów dynamicznych: teorio-miarowe (teoria ergodyczna), topologiczne (dynamika topologiczna) oraz inspirowane teorią równań różniczkowych (gładkie układy dynamiczne).	2
Wy2	Zjawisko powracania, przekształcenie indukowane. Twierdzenie Poincarego, lemat Kaca.	2
Wy3	Pojęcia ergodyczności, słabego mieszania i mocnego mieszania. Różne charakterystyki tych pojęć. Twierdzenia ergodyczne: von Neumanna oraz Birkhoffa.	4
Wy4	Pojęcie faktora miarowego oraz topologicznego, izomorfizmu oraz sprzężenia topologicznego.	2
Wy5	Elementy dynamiki topologicznej: tranzytywność, minimalność, mieszanie, równościowość, distalność. Zbiór miar niezmienniczych topologicznego układu dynamicznego, twierdzenie Bogoliubowa.	4
Wy6	Elementy teorii spektralnej układów dynamicznych.	4
Wy7	Definicja entropii teorio-miarowej. Twierdzenie Kołmogorowa-Sinaja. Twierdzenie Kriegera o skończonym generatorze oraz Ornsteina o izomorfizmie układów Bernoulliego.	4
Wy8	Definicja entropii topologicznej, przykłady obliczania entropii. Własności funkcji entropii na sympleksie miar niezmienniczych. Zasada Wariacyjna.	4
Wy9	Różne interpretacje entropii: twierdzenie Shannona-McMillana-Breimana, twierdzenie Ornsteina-Weissa, entropia a kody prefiksowe, kompresja danych, rozszerzenia symboliczne.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Elementarne układy dynamiczne pochodzenia teorio-miarowego i topologicznego.	2
Ćw2	Przykłady ilustrujące zjawisko powracania i lemat Kaca.	2
Ćw3	Przykłady ilustrujące ergodyczność, słabe mieszanie i mocne mieszanie. Zastosowania twierdzeń ergodycznych.	4
Ćw4	Konstrukcje czynników miarowych i topologicznych. Izomorfizm a własności ergodyczne.	4
Ćw5	Przykłady układów tranzytywnych, minimalnych. Badanie równości i dystalności układów. Zastosowania twierdzenia Bogoliubowa.	2
Ćw6	Elementy teorii spektralnej: przegląd różnych typów spektrum.	4
Ćw7	Wyznaczanie entropii teorio-miarowej. Zastosowania twierdzenia Kriegera oraz twierdzenia Ornsteina o izomorfizmie układów Bernoulliego.	4
Ćw8	Przykłady wyznaczania entropii topologicznej. Układy ekspansywne. Zastosowania zasady wariacyjnej.	4
Ćw9	Zastosowania teorii entropii: twierdzenie o ekwipartycji, twierdzenie o czasach powrotu, entropia w teorii informacji; kompresja danych.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

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_U05, PEU_U06 PEU_K02, PEU_K03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_W05, PEU_U01 PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_U06, PEU_K01 PEU_K02, PEU-K03	Zaliczenie na ocenę
P=0,5*F1+0,5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] P. Walters, An Introduction to Ergodic Theory, Springer-Verlag, 1982. [2] K. Petersen, Ergodic Theory, Cambridge University Press, 1983. [3] T. Downarowicz, Entropy in Dynamical Systems, Cambridge University Press, 2011.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] A. Katok, B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1995.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr hab. inż. Jacek Serafin ( serafin@pwr.wroc.pl)



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Chaos, losowość, układy dynamiczne**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Chaos, randomness, dynamical systems**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002145Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstawowych definicji i twierdzeń z kursu Analiza matematyczna M1, ze szczególnym uwzględnieniem granic ciągów oraz ciągłości funkcji.
2. Znajomość miary Lebesgue'a i ogólnej definicji miary.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Wyjaśnienie podstawowych pojęć związanych z układami dynamicznymi.  
 C2 Poznanie podstawowych narzędzi służących do badania układów dynamicznych.  
 C3 Zaznajomienie z klasycznymi przykładami układów dynamicznych.  
 C4 Rozróżnianie zjawisk chaosu i losowości.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 Znajomość definicji układu dynamicznego, stanu, orbity oraz podstawowych faktów z teorii.  
 PEU\_W02 Znajomość pojęć punktu stałego i punktu powracającego.  
 PEU\_W03 Zrozumienie konstrukcji układu Kroneckera (obrotu niewymiernego).  
 PEU\_W04 Umiejętność rozróżniania modeli chaotycznych i losowych.  
 PEU\_W05 Znajomość twierdzenia Szarkowskiego o strukturze okresów dla układów na odcinku.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Umiejętność rozpoznawania pojęć określonych abstrakcyjnymi definicjami w kontekście wybranych przykładów układów dynamicznych.

PEU\_U02 Umiejętność rozpoznawania i stosowania klasycznych twierdzeń o powracaniu w przykładach.

PEU\_U03 Umiejętność rozpoznawania i stosowania klasycznych twierdzeń o uśrednianiu w przykładach.

PEU\_U04 Umiejętność posługiwania się podstawowymi pojęciami z układów dynamicznych.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Zdolność prezentowania swoich rozumowań i przekazywania posiadanej wiedzy.

PEU\_K02 Zrozumienie konieczności systematycznej pracy nad opanowaniem wiedzy.

PEU\_K03 Umiejętność korzystania z literatury naukowej i samodzielnej pracy z materiałami naukowo-dydaktycznymi.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia: układ dynamiczny, iteraty, orbity, punkty stałe, punkty powracające, punkty tranzytywne. Klasyfikacja punktów stałych, związek z pochodną dla różniczkowalnych przekształceń odcinka. Interpretacja dla modelu rozwoju populacji bakterii. Sprzężenie układów.	4
Wy2	Część ułamkowa liczby a punkt na okręgu. Twierdzenie Kroneckera. Układ Kroneckera (obrót niewymierny).	2
Wy3	Twierdzenie Weyla. Chaos – wrażliwość na warunki początkowe.	3
Wy4	Rozwinięcia przy zadanej bazie. Przypomnienie podstawowych definicji i faktów z teorii miary i rachunku prawdopodobieństwa (m.in. zbiory miary zero, długość odcinka jako miara, niezależność zdarzeń) – ze szczególnym uwzględnieniem odcinka. Funkcje Rademachera.	3
Wy5	Twierdzenie Borela o typowości jednostajnego rozkładu zer i jedynek w rozwinięciu dwójkowym. Liczby normalne względem danej podstawy. Związane układy dynamiczne.	4
Wy6	Transformacje zachowujące miarę. Powracanie. Twierdzenie Poincare. Lemat Kaca.	4
Wy7	Zbiory niezmiennicze. Ergodyczność. Mieszanie. Twierdzenie ergodyczne Birkhoffa. Związki z dowodzonymi wcześniej twierdzeniami Weyla i Borela.	4
Wy8	Układy dynamiczne na odcinku. Twierdzenie Szarkowskiego	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne tematy wykładu według list zaproponowanych przez wykładowcę. Możliwe krótkie referaty wygłaszane przez studentów.	28
Ćw2	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.	
N2. Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.	
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_W02, PEU_W03, PEU_W05, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe.
F2	PEU_W01, PEU_W04, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Kartkówki i odpowiedzi ustne na ćwiczeniach.
$P = 0,7 * F1 + 0,3 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Nilsen, *Randomness and Recurrence in Dynamical System*, MAA, 2010
- [2] A. Johnson, K. Madden, A. Sahin, *Discovering Discrete Dynamical Systems*, MAA, 2017
- [3] L. Alsedá, J. Llibre, M. Misiurewicz „Combinatorial Dynamics and Entropy in Dimension One”, World Scientific Pub. Co. Inc., 1993

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P. Walters „Introduction to Ergodic Theory”, Springer, 2000
- [2] K. Petersen „Ergodic Theory”, Cambridge University Press, 1990
- [3] H. Furstenberg „Recurrence in Ergodic Theory and Combinatorial Number Theory”, Princeton University Press, 2014

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

dr hab. Bartosz Frej (Bartosz.Frej@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Paulina Frej (Paulina.Frej@pwr.edu.pl)  
 dr inż. Dawid Huczek (Dawid.Huczek@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Topologia ogólna**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **General Topology**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002146Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych pojęć topologii metrycznej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych pojęć topologii ogólnej.  
 C2 Zrozumienie pojęć zbieżności i ciągłości w przestrzeniach topologicznych bez metryki.  
 C3 Poznanie narzędzi topologicznych stosowanych w badaniach przestrzeni topologicznych oraz w zastosowaniach.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 znajomość aksjomatyki i własności przestrzeni topologicznych, w tym pojęcia bazy topologii; znajomość klasyfikacji przestrzeni topologicznych  
 PEU\_W02 zrozumienie pojęcia zbieżności w abstrakcyjnych przestrzeniach topologicznych, także w przypadku ciągów uogólnionych  
 PEU\_W03 znajomość i zrozumienie aksjomatów rozdzielania i aksjomatów przeliczalności, znajomość warunków równoważnych metryzowalności  
 PEU\_W04 znajomość fundamentalnych twierdzeń topologii ogólnej i zrozumienie ich dowodów; rozpoznawanie typów przestrzeni topologicznych w zastosowaniach

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 umiejętność badania własności przykładowych przestrzeni topologicznych i ich podzbiorów, w szczególności zwartości, oraz wykorzystywanie konsekwencji tych własności

PEU\_U02 umiejętność badania zbieżności ciągów uogólnionych oraz ciągłości funkcji i przekształceń

PEU\_U03 weryfikowanie aksjomatów rozdzielania i przeliczalności, weryfikowanie metryzowalności i ośrodkowości

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 umiejętność korzystania z dostępnej literatury naukowej

PEU\_K02 zrozumienie potrzeby systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału

PEU\_K03 hartowanie się w dążeniu do osiągnięcia celu (np. rozwiązania zadania), nawet pomimo początkowych trudności

PEU\_K04 umiejętność prezentowania swoich rozumowań i dyskusowania na temat wystąpień kolegów

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Powtórka z topologii metrycznej. Definicja i przykłady topologii. Zbiory otwarte i domknięte. Aksjomaty Kuratowskiego. Brzeg, wnętrze, zbiory brzegowe, zbiory nigdzie gęste. Otoczenia, zbieżność ciągów, punkty skupienia.	2
Wy2	Podprzestrzeń (topologia indukowana). Baza, podbaza. Wprowadzanie topologii w dowolnym zbiorze. Przykłady baz i ich topologii: przestrzenie euklidesowe, prosta Aleksandrowa (długa prosta), prosta Sorgenfrey'a, topologie w przestrzeniach funkcyjnych.	2
Wy3	Baza otoczeń, aksjomaty przeliczalności i ośrodkowości. Ciągłość funkcji. Homeomorfizm.	2
Wy4	Aksjomaty oddzielania.	3
Wy5	Topologia produktowa. Topologia ilorazowa i relacje domknięte. Przykłady: powierzchnia boczna walca, wstęga Möbiusa, torus, butelka Kleina, prosta rzutowa.	4
Wy6	Ciągi uogólnione (nety), zbieżność, ciągłość w języku netów. Ciągi subtelniejsze (podnety).	3
Wy7	Zwartość i lokalna zwartość. Przestrzenie zwarte Hausdorffa. Charakteryzacja netowa. Twierdzenie Tichonowa.	3
Wy8	Uzwarzenie Aleksandrowa i uzwarzenie Czecha-Stone'a.	2
Wy9	Metryzowalność, Tw. Urysohna	2
Wy10	Spójność, spójność drogowa i spójność łukowa. Zbiory otwarte-domknięte i całkowita niespójność. Charakteryzacja zbioru Cantora. Continua – definicja i przykłady: continuum Brouwera-Janiszewskiego-Knastera, miotełka Cantora, miotełka Knastera-Kuratowskiego (Cantor leaky tent).	3
Wy11	Homotopie.	2
Wy12	Rozmaitości wymiaru 1 i 2, grupa fundamentalna	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Powtórka z topologii metrycznej.	2
Ćw2	Zadania dotyczące definicji topologii, operacji wnętrza i domknięcia, baz, podbaz.	4
Ćw3	Zadania na ciągłość funkcji w przestrzeniach niemetryzowalnych, funkcje dolnie i górnio półciągłe i ich własności.	2

Ćw4	Identyfikacja przestrzeni spełniających I i II aksjomat przeliczalności oraz kolejne aksjomaty rozdzielania.	2
Ćw5	Topologia produktowa i ilorazowa.	2
Ćw6	Zadania wymagające zastosowania netów, podnetów i ich zbieżności.	3
Ćw7	Przykłady nieprzeliczalnie-wymiarowych przestrzeni zwartych.	2
Ćw8	Zadawanie topologii zwartej Hausdorffa przy pomocy rodziny pseudometryk, inne własności tych przestrzeni w zadaniach.	3
Ćw9	Opis uzwarceń konkretnych przestrzeni topologicznych lokalnie zwartych	2
Ćw10	Charakteryzacja przestrzeni metryzowalnych, wprowadzanie metryki	2
Ćw11	Przykłady przestrzeni spójnych, przestrzenie ilorazowe całkowicie niespójne, zastosowania w zadaniach, przykład „splątanego” zbioru Cantora	2
Ćw12	Homotopie	2
Ćw13	Klasyfikacja rozmaitości wymiaru 1 i 2, orientowalność	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład problemowy – metoda tradycyjna.  
 N2. Ćwiczenia problemowe – metoda tradycyjna.  
 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_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PE_K01, PE_K02, PE_K03, PE_K04	odpowiedzi ustne, kartkówki,
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PE_K01, PE_K02, PE_K03,	kolokwia

$P = 0.3 \cdot F1 + 0.7 \cdot F2$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Engelking, *Topologia ogólna*. Biblioteka Matematyczna. PWN, 1989
- [2] K. Kuratowski, *Wstęp do teorii mnogości i topologii*, PWN, Warszawa 1980
- [3] K. Jänich, *Topologia*, PWN, Warszawa 1984
- [4] R. Duda, *Wprowadzenie do topologii*, PWN, Warszawa, 1984
- [5] J. Mioduszeowski, *Wykłady z topologii. Topologia przestrzeni euklidesowych*, Katowice 1994

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Dugundji, *Topology*, Allyn And Bacon, Inc., Boston 1966
- [2] S. Betley, J. Chaber, E i R Pol, *Topologia I*, Skrypt Uniw. Warszawskiego

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

prof. dr hab. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Downarowicz@pwr.wroc.pl)  
 dr hab. Bartosz Frej (Bartosz.Frej@pwr.wroc.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do analizy harmoniczej**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Harmonic Analysis**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002147Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

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 harmoniczej.  
 C2 Nabycie umiejętności posługiwania się aparatem szeregów i transformaty Fouriera.  
 C3 Stosowanie nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych metodami analizy harmoniczej w różnych działach matematyki, w szczególności w równaniach różniczkowych cząstkowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01 zna podstawowe pojęcia analizy harmoniczej  
 PEK\_W02 zna podstawowe twierdzenia dotyczące szeregów i transformaty Fouriera i ich zastosowania  
 PEK\_W03 zna podstawowe pojęcia związane z teorią grup topologicznych, twierdzeń interpolacyjnych, przestrzeni Sobolewa.

<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEK_U01	potrafi zastosować w praktyce poznane na kursie twierdzenia
PEK_U02	potrafi efektywnie wyznaczyć szereg Fouriera i transformatę Fouriera
PEK_U03	potrafi wskazać związki faktów z tego kursu z innymi działami matematyki
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEK_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 odpowiedzialnością i zdobywać wiedzę w sposób uczciwy

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1-2	<b>Szeregi Fouriera:</b> rozwijanie funkcji w szereg Fouriera, jądro Dirichleta, kryteria zbieżności punktowej, zasada lokalizacji, średnie Fejera i ich zbieżność w normie $L^p$ i prawie wszędzie.	4
Wy3-4	<b>Sumy częściowe szeregów Fouriera:</b> zbieżność sum w normie $L^p$ , odwzorowanie sprzężone, informacja o zbieżności prawie wszędzie.	4
Wy5-7	<b>Transformata Fouriera:</b> lemat Riemanna-Lebesgue'a, twierdzenie o transformacie odwrotnej i twierdzenie Plancherela, związki z różniczkowaniem funkcji, średnie Gaussa-Weierstrassa, średnie Bochnera-Riesza.	6
Wy8-9	<b>Transformata Hilberta:</b> podstawowe własności, równoważność definicji, ograniczoność na $L^p$ , całki singularne.	4
Wy10-11	<b>Grupy topologiczne:</b> podstawowe własności, przykłady grup topologicznych abelowych i nieabelowych; grupa dualna, twierdzenie Pontriagina i transformata Fouriera dla grup abelowych.	4
Wy12-13	<b>Twierdzenia interpolacyjne:</b> twierdzenie Riesz-Thorina, przestrzenie Lorentza, słaby typ operatora, twierdzenie Marcinkiewicza, zastosowania twierdzeń do klasycznych nierówności.	4
Wy14-15	<b>Przestrzenie Sobolewa:</b> przestrzeń funkcji próbnych, elementy teorii dystrybucji, słaba pochodna funkcji i jej własności, przestrzenie Sobolewa na $R^n$ i na podzbiorach otwartych, elementy zastosowań w teorii równań różniczkowych cząstkowych.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1-2	Rozwijanie funkcji w szereg Fouriera, badanie zbieżności, wyznaczanie średnich Fejera	4
Ćw3-4	Badanie sum częściowych i odwzorowania sprzężonego.	4
Ćw5-7	Wyznaczanie transformat Fouriera i badanie ich własności.	6
Ćw8-9	Badanie transformaty Hilberta.	4
Ćw10-11	Badanie własności grup topologicznych abelowych.	4
Ćw12-13	Badanie słabych typów operatorów, zastosowania twierdzeń interpolacyjnych.	4
Ćw14-15	Znajdowanie słabych pochodnych, badanie przestrzeni Sobolewa.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>



### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Kolokwium zaliczeniowe

$P = 0,3 * F1 + 0,7 * F2$

### 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] G. Folland, A Course in Abstract Harmonic Analysis, CRC Press, 1995.
- [4] M.C.Pereyra, L.A. Ward, Harmonic Analysis. From Fourier to wavelets, AMS, 2012
- [5] E. M. Stein, Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions, Princeton University Press, 1971.
- [6] R. Strichartz, A guide to distribution theory and Fourier transforms, CRC Press, 1994.

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

prof. dr hab. Krzysztof Stempak ([krzysztof.stempak@pwr.wroc.pl](mailto:krzysztof.stempak@pwr.wroc.pl))



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do teorii krat**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Lattice Theory**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002148Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw algebry z zakresu programu szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami teorii posetów i krat.
- C2. Przekazanie wiedzy o głównych typach krat i ich własnościach.
- C4. Zapoznanie się z algebrami incydencji i funkcjami Möbiusa.
- C3. Zaprezentowanie przykładów zastosowań krat w kombinatoryce.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 – student posiada podstawową wiedzę o posetach, kratkach i ich elementach,
- PEU\_W02 – student zna podstawowe typy krat i ich charakterystykę oraz własności,
- PEU\_W03 – student posiada wiedzę o algebrze incydencji i funkcji Möbiusa,
- PEU\_W04 – student zna przykłady zastosowań teorii krat w kombinatoryce.

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01- student potrafi rozpoznać strukturę posetu i kratki w zbiorach różnych obiektów matematycznych i zbadać ich własności,

PEU_U02 - student potrafi zbadać na prostych przykładach posetów, czy tworzą kratę określonego typu i zbadać jej własności,
PEU_U03 – student potrafi wykonać działania na funkcjach z algebry incydencji i wyznaczyć funkcje Möbiusa dla prostych przykładów krat,
PEU_U04 – student potrafi zastosować wiedzę o posetach i kratach do obiektów kombinatorycznych.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>
PEU_K01- student posiada umiejętność korzystania z literatury matematycznej,
PEU_K02- student posiada umiejętność pracy samodzielnej.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Porządek częściowy i zbiory częściowo uporządkowane (posety). Element najmniejszy, największy, maksymalny, minimalny. Przedział. Diagramy Hassego. Posety skończone, lokalnie skończone, nieskończone. Posety dualne. Przykłady posetów.	2
Wy2	Porządek liniowy i zbiory liniowo uporządkowane. Łańcuchy i antyłańcuchy. Warunki ACC oraz DCC. Twierdzenia o posetach spełniających warunki łańcuchowe.	2
Wy3	Twierdzenie Dilwortha o rozkładzie posetu skończonego na łańcuchy i jego zastosowania.	2
Wy4	Kres górny i kres dolny podzbioru. Półkraty dolne i górne. Kraty, podkraty. Kraty dualne. Przykłady krat (pięciokąt, diament, kraty podzbiorów i inne)	2
Wy5	Homomorfizmy i izomorfizmy krat. Ideały i kraty ilorazowe. Podstawowe twierdzenie o homomorfizmie.	2
Wy6	Uzupełnienie kraty. Kraty zupełne i ich własności.	2
Wy7-Wy8	Kraty modularne. Charakteryzacja przy pomocy pięciokąta. Kraty półmodularne. Funkcja wymiaru na kracie. Warunek Jordana-Dedekinda.	3
Wy8-Wy9	Kraty rozdzielne. Charakteryzacja przy pomocy pięciokąta i diamentu. Twierdzenie Birkhoffa o reprezentacji skończonych krat rozdzielnych.	3
Wy10	Dopełnienie elementu. Posety ograniczone. Kraty booleowskie. Algebry booleowskie.	2
Wy11	Algebra incydencji dla lokalnie skończonego posetu. Funkcja Möbiusa. Wzór na odwrócenie Möbiusa.	2
Wy12	Kraty partycji zbiorów skończonych i ich funkcje Möbiusa.	2
Wy13	Kraty nieprzecinających się partycji zbiorów skończonych i ich funkcje Möbiusa. Liczby Catalana.	2
Wy14	Inne zastosowania krat w kombinatoryce.	2
Wy15	Zastosowania krat w informatyce. Wybrane algorytmy.	2
<b>Suma godzin:</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Badanie przykładów posetów, wyznaczanie elementów największych, najmniejszych, maksymalnych, minimalnych. Badanie posetów dualnych.	2
Ćw2	Badanie przykładów łańcuchów, antyłańcuchów, warunków ACC, DCC.	2
Ćw3	Wyznaczanie kresów. Badanie czy poset jest kratą, półkratą, podkratą, kratą dualną na przykładach.	2
Ćw4	Badanie, czy kraty są homomorficzne lub izomorficzne. Wyznaczanie ideałów i krat ilorazowych i badanie ich własności.	2

Ćw5	Zastosowania twierdzenia Dilwortha.	2
Ćw6	Badanie uzupełnień krat i ich własności oraz krat zupełnych.	2
Ćw7	Badanie przykładów krat modularnych i półmodularnych i ich własności.	2
Ćw8	Badanie przykładów krat rozdzielnych i ich własności.	2
Ćw9	Kolokwium 1	2
Ćw10	Wyznaczanie dopełnień elementów i badanie ich własności. Badanie krat booleowskich i algebr booleowskich.	2
Ćw11	Badanie własności algebry incydencji i funkcji Möbiusa.	2
Ćw12	Badanie własności krat partycji oraz nieprzecinających się partycji oraz ich funkcji Möbiusa.	2
Ćw13	Badanie innych zastosowań teorii krat do kombinatoryki.	2
Ćw14	Badanie zastosowań teorii krat w informatyce.	2
Ćw15	Kolokwium 2	2
	<b>Suma godzin:</b>	<b>30</b>

### 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_U04 PEU_K01-PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K02	kolokwium zaliczeniowe
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] V. K. Garg, Introduction to lattice theory with computer science applications. *John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.*
- [2] B. A. Davey, H.A. Priestley, Introduction to lattices and order. *Cambridge University Press, New York, 2002.*
- [3] S. Gábor, Introduction to lattice theory. *Academic Press, New York-London; Akadémiai Kiadó, Budapest 1963.*

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] G. Birkhoff, Lattice theory. American Mathematical Society Colloquium Publications, 25. *American Mathematical Society, Providence, R.I., 1979.*
- [2] R. P. Stanley, Enumerative combinatorics. Vol. 1. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, 49. *Cambridge University Press, Cambridge, 1997.*

#### **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: **Matematyka teoretyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002149WI**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość analizy matematycznej i algebry liniowej.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie podstawowych metod obliczeń naukowych i ich zastosowanie do prostych problemów z życia wziętych.

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

PEU\_W01 W01 zna zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia,

PEU\_W02 zna na poziomie podstawowym co najmniej jeden pakiet oprogramowania, służący do obliczeń symbolicznych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 rozpoznaje problemy, w tym zagadnienia praktyczne, które można rozwiązać algorytmicznie; potrafi dokonać specyfikacji takiego problemu.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Programy Mathematica i Matlab.	4
Wy2	Przegląd pakietów specjalistycznych w programach Mathematica i Matlab.	2
Wy3	Wykorzystanie pakietów specjalistycznych w różnych działach obliczeń naukowych.	2
Wy4	Błędy w obliczeniach naukowych.	2
Wy5	Rozwiązywanie równań algebraicznych.	4
Wy6	Interpolacja i aproksymacja wielomianowa.	2
Wy7	Całkowanie numeryczne.	2
Wy8	Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych.	4
Wy9	Zastosowanie pakietów do rozwiązywania równań różniczkowych.	2
Wy10	Przykłady prostych obliczeń naukowych w problemach z życia wziętych.	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Praktyczne zajęcia komputerowe związane z tematyką wykładu	30
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1 Wykład tradycyjny z prezentacjami	
N2 Laboratorium – przygotowanie programów , projekt	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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	zaliczenie
F2	PEU_U01, PEU_K01	odpowiedzi ustne, przygotowanie programów i projektów
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Epperson, An Introduction to Numerical Methods and Analysis, John Wiley & Sons 2002
[2] K.Eriksson, D.Estep, P.Hansbo, C.Johnson, Computational Differential Equations, Cambridge University Press 1996.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] B.Barnes, G.R.Fulford, Mathematical Modelling with case studies. A differential equation approach using Maple, Taylor&Francis 2002
[2] J.D. Faires, R.Burden, Numerical Methods, Thompson Brooks/Cole 2003

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Łukasz Płociniczak ( <a href="mailto:lukasz.plociniczak@pwr.edu.pl">lukasz.plociniczak@pwr.edu.pl</a> )
Prof. dr hab. Krzysztof Bogdan ( <a href="mailto:Krzysztof.bogdan@pwr.edu.pl">Krzysztof.bogdan@pwr.edu.pl</a> )

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Podstawy teorii informacji**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Information Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka teoretyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **MAT002150Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI  
SPOŁECZNYCH**

Podstawy algebry, analizy matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Prezentacja podstawowych pojęć teorii informacji.
- C2. Przekazanie podstawowej wiedzy na temat optymalnych systemów identyfikacji elementów zbioru i ich konstrukcji.
- C3. Prezentacja pojęcia entropii i jej własności.
- C4. Omówienie zagadnień występujących przy przesyłaniu informacji w kanałach transmisyjnych z szumem.
- C5. Wyrobienie umiejętności stosowania metod teorii liczb i teorii ciał skończonych w zagadnieniach teorii informacji.
- C6. Prezentacja różnych typów kodów i ich konstrukcji.
- C7. Prezentacja technik obliczeniowych związanych z wprowadzonymi modelami.
- C8. Przedstawienie zastosowań wyłożonej 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 konstrukcję podstawowych pojęć teorii informacji, w tym definicję jednostki informacji, pojęcie entropii, identyfikacji elementu zbioru; zna własności entropii,  
 PEU\_W02 zna konstrukcję optymalnego systemu identyfikacji elementów zbioru skończonego o znanych prawdopodobieństwach ich występowania metodą Huffmana,  
 PEU\_W03 posiada wiedzę na temat kodowania wiadomości i zastosowania tej operacji; zna podstawy matematyczne konstrukcji kodów grupowych, liniowych, blokowych,  
 PEU\_W04 zna ograniczenia stosowalności metod teorii informacji.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi zastosować podstawowe pojęć teorii informacji, w tym definicję jednostki informacji oraz entropię,



PEU\_U02 potrafi wykonać konstrukcję optymalnego systemu identyfikacji elementów zbioru skończonego o znanych prawdopodobieństwach ich występowania metodą Huffmana,  
 PEU\_U03 potrafi stosować pojęcia i twierdzenia teorii liczb i algebry w konstrukcjach kodów grupowych, liniowych, blokowych,  
 PEU\_U04 potrafi uzasadnić poprawność konstrukcji kodu przez wyznaczenie jego parametrów.

#### 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.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Bezpamięciowe źródło wiadomości. Identyfikacja elementów zbioru. Jednostka ilości informacji. Entropia. Nierówność Krafta.	4
Wy2	Optymalne systemy identyfikacji elementów źródła. Twierdzenie o istnieniu optymalnego systemu identyfikacji. Metoda Huffmana konstrukcji systemu optymalnego	6
Wy3	Własności entropii. Aksjomaty Faddiejewa. Informacja w kanałach transmisyjnych.	2
Wy4	Pojęcie kodu. Kodowanie wiadomości. Pierwsze twierdzenie Shannona. Kody Huffmana. Entropia a priori i entropia a posteriori.	4
Wy5	Kody blokowe. Kody liniowe. Ciała skończone. Kody cykliczne.	4
Wy6	Kody Reeda-Salomona i ich uogólnienia.	4
Wy7	Maszyna Turinga, złożoność informacyjna Kołmogorowa i jej własności. Liczba Chaitina. Złożoność informacyjna Kołmogorowa a entropia Shannona - uniwersalny test Martina Loffa.	4
Wy8	Podsumowanie.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Ilustracja pojęć podstawowych takich jak: bezpamięciowe źródło wiadomości, jednostka informacji, entropia. Zastosowanie nierówność Krafta.	4
Ćw2	Wyznaczanie optymalne systemy identyfikacji elementów źródła z zastosowaniem twierdzenie o istnieniu optymalnego systemu identyfikacji.	6
Ćw3	Badanie własności entropii i analiza aksjomatów Faddiejewa. Wyliczenie informacja w kanałach transmisyjnych.	2
Ćw4	Ilustracja kodów przez kodowanie prostych zbiorów wiadomości.	4
Ćw5	Konstrukcja kodów blokowych i liniowych. Obliczenia w ciałach skończonych. Zastosowanie do kodów cyklicznych.	4
Ćw6	Konstrukcja kodów Reeda-Salomona i ich uogólnień.	6
Ćw7	Pojęcie złożoności informacyjnej Kołmogorowa i jej wykorzystanie.	2
Ćw8	Podsumowanie.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład problemowy – metoda tradycyjna.
N2	Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna.
N3	Konsultacje.
N4	Praca własna studenta -przygotowanie do ćwiczeń.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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_U02 PEU_K01, PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki
F2	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01	kolokwium zaliczeniowe
P=0,4*F1+0,6*F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Abramson N.: Teoria informacji i kodowania, PWN, Warszawa 1969. [2] Birkhoff, G.; Bartee, T.C.: Współczesna algebra stosowana, PWN Warszawa 1983</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Nowakowski J., Sobczak W.: Teoria informacji, WNT, Warszawa 1970. [2] Sebastià Xambó-Descamps: Block Error-Correcting Codes, A Computational Primer, Springer 2003. [3] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, vol. I, PWN, Warszawa, 1966. [4] Gareth A. Jones and J. Mary Jones, Information and coding theory, Springer, New York, 2000. [5] Claude E. Shannon and Warren Weaver, The mathematical theory of communication., University of Illinois Press., Urbana, Ill., 1949.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Dr hab. inż. Piotr Więcek ( <a href="mailto:Piotr.Wiecek@pwr.edu.pl">Piotr.Wiecek@pwr.edu.pl</a> ) Dr hab. inż. Bartosz Frej ( <a href="mailto:Bartosz.frej@pwr.edu.pl">Bartosz.frej@pwr.edu.pl</a> )

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza przeżycia**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Survival Analysis**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Statystyka matematyczna i analiza danych**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002160W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa takie jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie podstawowych klas rozkładów czasu życia i ich własności.
- C2 Poznanie metod estymacji funkcji przeżycia i funkcji hazardu.
- C3 Nabycie umiejętności wyznaczania estymatorów funkcji przeżycia i funkcji hazardu.
- C4 Poznanie parametrycznych i semiparametrycznych modeli regresji stosowanych w analizie przeżycia.
- C5 Nabycie umiejętności estymacji parametrów modeli regresji stosowanych w analizie przeżycia.
- C6 Poznanie testów stosowanych w analizie przeżycia.
- C7 Nabycie umiejętności przeprowadzania testów stosowanych w analizie przeżycia.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA****Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01 zna podstawowe klasy rozkładów czasu życia i ich własności.
- PEK\_W02 zna metody estymacji funkcji przeżycia i funkcji hazardu oraz metody estymacji charakterystyk czasu życia.

PEK\_W03 zna parametryczne i semiparametryczne modele regresji stosowane w analizie przeżycia.  
 PEK\_W04 zna testy stosowane w analizie przeżycia.

**Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 potrafi wyznaczać estymatory funkcji przeżycia i funkcji hazardu oraz estymatory charakterystyk czasu życia.

PEK\_U02 potrafi wyznaczać estymatory parametrów modeli regresji stosowanych w analizie przeżycia.

PEK\_U03 potrafi przeprowadzać testy stosowane w analizie przeżycia.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy.

PEK\_K02 potrafi twórczo współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykłady</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Funkcje charakteryzujące rozkłady czasu życia. Parametryczne rodziny rozkładów czasu życia.	2
Wy2	Typy danych cenzurowanych: dane cenzurowane I-go i II-go typu, dane cenzurowane losowo.	2
Wy3	Estymator Kaplana-Meiera funkcji przeżycia i jego modyfikacje. Estymator Nelsona-Aalena skumulowanej funkcji hazardu.	2
Wy4	Estymacja średniej i mediany czasu życia.	2
Wy5	Estymacja parametrów na podstawie danych cenzurowanych.	2
Wy6	Parametryczne modele regresji w analizie przeżycia.	2
Wy7	Estymacja współczynników modeli regresji w analizie przeżycia.	2
Wy8	Wybór zmiennych do modelu regresji.	2
Wy9	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja parametrów metodą cząstkowej największej wiarygodności.	2
Wy10	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja bazowej funkcji hazardu i bazowej funkcji przeżycia.	2
Wy11	Model proporcjonalnych szans i model przyspieszonego czasu awarii.	2
Wy12	Przedziały ufności dla współczynników modeli regresji.	2
Wy13	Testowanie hipotez dotyczących współczynników regresji.	2
Wy14	Sprawdzanie założeń dotyczących modeli regresji.	2
Wy15	Testowanie jednorodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**Forma zajęć - laboratorium**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Podstawowe informacje o pracy z wybranym pakietem statystycznym. Analityczne badanie własności klas rozkładów czasu życia i graficzna ilustracja funkcji przeżycia, funkcji intensywności awarii i funkcji średniego czasu pozostałego życia reprezentantów tych klas.	2
La2	Generowanie danych cenzurowanych.	2
La3	Wyznaczanie, estymatora Kaplana-Meiera i jego modyfikacji oraz estymatora Nelsona-Aalena skumulowanej funkcji hazardu.	2

La4	Wyznaczanie oszacowań średniej i mediany czasu życia.	2
La5	Wyznaczanie oszacowań parametrów na podstawie danych cenzurowanych i ich porównywanie.	2
La6	Parametryczne modele regresji w analizie przeżycia - estymacja współczynników modelu, wybór zmiennych do modelu.	6
La7	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja parametrów, estymacja bazowej funkcji hazardu i funkcji przeżycia.	4
La8	Model proporcjonalnych szans i model przyspieszonego czasu awarii.	2
La9	Przedziały ufności dla współczynników modeli regresji.	2
La10	Testowanie hipotez dotyczących współczynników regresji.	2
La11	Sprawdzanie założeń dotyczących modeli regresji.	2
La12	Testowanie jednorodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład informacyjny, problemowy - metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna.
2. Laboratorium.
3. Konsultacje.
4. Praca własna studenta – przygotowanie raportów z analizy danych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01-PEK_W04, PEK_U01 – PEK_U03, PEK_K01-PEK_K02.	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEK_W01-PEK_W04, PEK_K01.	test
P=0,7*F1+0,3*F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Deshpande J.V. and Purohit S.G. *Life Time Data: Statistical Models and Methods*. Series on Quality, Reliability and Engineering Statistics. Vol. 11. World Scientific, 2005.
- [2] Karim, M. R., Islam, M. A. *Reliability and Survival Analysis*. Springer Nature, Singapore 2019.
- [3] Klein J.P., Moeschberger M.L. *Survival Analysis. Techniques for Censored and Truncated Data*. Springer-Verlag, New York 2003.
- [4] Moore, D. F. *Applied Survival Analysis Using R*. Springer International Publishing, Switzerland 2016.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Magiera, R. *Modele i metody statystyki matematycznej. Część I. Rozkłady i symulacja stochastyczna*. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2018.
- [2] Magiera, R. *Modele i metody statystyki matematycznej. Część II. Wnioskowanie statystyczne*. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2018.
- [3] Jokiel-Rokita A., Magiera R. *Selected Stochastic Models In Reliability*. Wrocław 2011.

#### **OPIEKU PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita, prof. uczelni ([Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.edu.pl](mailto:Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.edu.pl))

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	<b>Eksploracja danych</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	<b>Data Mining</b>
Kierunek studiów:	<b>Matematyka</b>
Specjalność:	<b>Statystyka matematyczna i analiza danych</b>
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu:	<b>MAT002161W1</b>
Grupa kursów:	<b>TAK</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawienie podstawowych rodzajów zadań eksploracji danych (data mining).  
 C2 Przekazanie podstawowej wiedzy na temat metod eksploracji danych oraz ich własności.  
 C3 Omówienie klasycznych i nowoczesnych metod klasyfikacji, redukcji wymiaru oraz analizy skupień.  
 C4 Przedstawienie podstawowych algorytmów stosowanych w odkrywaniu reguł asocjacyjnych.  
 C5 Prezentacja metod stosowanych w ocenie jakości klasyfikacji i analizy skupień.  
 C6 Wyrobienie umiejętności stosowania wyłożonej wiedzy do rozwiązywania zagadnień praktycznych z różnych dziedzin nauki, techniki i ekonomii.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 ma wiedzę dotyczącą podstawowych rodzajów zadań eksploracji danych,  
 PEU\_W02 zna podstawowe metody klasyfikacji, redukcji wymiaru, analizy skupień (grupowania) i odkrywania reguł asocjacyjnych oraz ich własności,  
 PEU\_W03 zna podstawowe metody oceny jakości klasyfikacji i analizy skupień.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi odpowiednio dobierać metody umożliwiające realizację określonego zadania eksploracji danych,  
 PEU\_U02 potrafi stosować podstawowe metody/algorytmy redukcji wymiaru, klasyfikacji i grupowania danych,  
 PEU\_U03 potrafi weryfikować własności stosowanych metod eksploracji danych.

**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.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do problematyki eksploracji danych. Cel i rodzaje zadań eksploracji.	2
Wy2	Podstawy analizy danych wielowymiarowych.	2
Wy3	Przygotowanie danych do eksploracji. Obsługa brakujących danych. Podstawowe metody identyfikacji obserwacji odstających. Niezbędne przekształcenia danych.	4
Wy4	Metody redukcji wymiaru. Analiza składowych głównych (PCA). Skalowanie wielowymiarowe (MDS).	4
Wy5	Klasyfikacja danych. Idea klasyfikacji i przegląd wybranych algorytmów (m.in.: metoda k najbliższych sąsiadów (k-nn), drzewa klasyfikacyjne, naiwny klasyfikator bayesowski).	6
Wy6	Analiza skupień (grupowanie). Cel analizy skupień. Metody grupujące i hierarchiczne (m.in. algorytmy: k-means, PAM, AGNES, DIANA).	4
Wy7	Metody stosowane w ocenie jakości klasyfikacji i analizy skupień.	2
Wy8	Maszyny wektorów podpierających (SVM).	2
Wy9	Rodziny klasyfikatorów. Algorytmy: bagging, boosting i lasy losowe (random forest).	2
Wy10	Wprowadzenie do odkrywania reguł asocjacyjnych. Algorytm Apriori.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Metody analizy opisowej i wizualizacji danych wielowymiarowych. Poznanie danych i wybór interesującego podzbioru do dalszych analiz.	3
Lab2	Przygotowanie (wstępna obróbka) danych. Obsługa brakujących danych. Identyfikacja obserwacji odstających. Niezbędne przekształcenia danych.	4
Lab3	Metody redukcji wymiaru. Algorytmy PCA i MDS.	4
Lab4	Klasyfikacja. Algorytm k najbliższych sąsiadów (k-nn), drzewa klasyfikacyjne, naiwny klasyfikator bayesowski.	4
Lab5	Analiza skupień - metody grupujące (k-means, PAM).	2
Lab6	Analiza skupień - metody hierarchiczne (AGNES, DIANA, MONA)	2
Lab7	Ocena jakości klasyfikacji i analizy skupień.	4
Lab8	Maszyny wektorów podpierających (SVM).	2
Lab9	Rodziny klasyfikatorów: bagging, boosting i lasy losowe (random forest).	3
Lab10	Podstawy odkrywania reguł asocjacyjnych.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna, N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej. N3 Konsultacje, N4 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_U03 PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, raporty z zadań laboratoryjnych, projekty
F2	PEU_W01-PEU_W03 PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
$P=0,6*F1+0,4*F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P.-N. Tan, M. Steinbach, V. Kumar, Introduction to Data Mining, Pearson Education, 2017.
- [2] G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. Springer, 2013.
- [3] D.T. Larose, Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych. PWN, 2006.
- [4] D.T. Larose, Metody i modele eksploracji danych, PWN, 2008.
- [5] D.J. Hand, H. Mannila, P. Smyth, Eksploracja danych, WNT, 2005.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. Koronacki, J. Ćwik, Statystyczne systemy uczące się, Exit, 2008.
- [2] T. Morzy, Eksploracja danych: metody i algorytmy. PWN, 2013.
- [3] H. Wickham, R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data, O'Reilly Media, 2017.
- [4] W.N. Venables, B.D. Ripley, Modern Applied Statistics With S, Springer, 2001.
- [5] M. Walesiak, E. Gatnar, Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R. PWN, 2011.

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

Dr inż. Adam Zagdański ([Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl](mailto:Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl))



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Metody Monte Carlo**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Monte Carlo Methods**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Statystyka matematyczna i analiza danych**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **MAT002162W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa, takich jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Prezentacja podstawowych technik generowania zmiennych losowych.
- C2 Przedstawienie różnych sposobów obliczania całek za pomocą metody Monte Carlo.
- C3 Przedstawienie sposobów znajdowania ekstremów funkcji za pomocą metody Monte Carlo.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student:**

- PEU\_W01 zna różne metody generowania zmiennych losowych,
- PEU\_W02 zna sposoby obliczania całek za pomocą metody Monte Carlo,
- PEU\_W03 zna metodę Markowskie Monte Carlo (MCMC),
- PEU\_W04 ma wiedzę dotyczącą optymalizacji z wykorzystaniem metod Monte Carlo.

**Z zakresu umiejętności student:**

- PEU\_U01 potrafi generować zmienne losowe,
- PEU\_U02 umie obliczać całki za pomocą metody Monte Carlo,
- PEU\_U03 umie generować ergodyczne łańcuchy Markowa o zadanym rozkładzie stacjonarnym,
- PEU\_U04 potrafi znaleźć ekstrema funkcji za pomocą metod Monte Carlo.

**Z zakresu kompetencji społecznych student:**

- PEK\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,
- PEU\_K02 potrafi tworzyć współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Metody Monte Carlo. Historia. Podstawy teoretyczne.	2
Wy2	Liczby pseudolosowe. Symulowanie rozkładu jednostajnego.	2
Wy3 Wy4	Generowanie zmiennych losowych o rozkładach ciągłych i dyskretnych – metoda odwracania dystrybuanty, algorytm Boxa-Mullera.	4
Wy5	Metoda akceptacji i odrzuceń.	2
Wy6	Generowanie zmiennych losowych wielowymiarowych.	2
Wy7	Zastosowanie metody Monte Carlo do obliczania całek.	2
Wy8	Próbkowanie istotne.	2
Wy9	Metody redukcji wariancji i przyspieszania zbieżności – losowanie warstwowe, metoda zmiennych kontrolnych, metoda zmiennych antyetycznych.	2
Wy10 Wy11	Markowskie Monte Carlo (MCMC): wprowadzenie, algorytm Metropolisa-Hastingsa, próbnik Gibbsa, monitorowanie zbieżności.	4
Wy12	Wykorzystanie metod MCMC w statystyce.	2
Wy13 Wy14 Wy15	Zastosowanie metody Monte Carlo w zagadnieniach optymalizacji – stochastyczne przeszukiwanie, metoda gradientu stochastycznego, symulowane wyżarzanie.	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Symulowanie rozkładu jednostajnego.	2
Lab2	Generowanie zmiennych losowych o rozkładach dyskretnych.	2
Lab3 Lba4	Generowanie zmiennych losowych o rozkładach ciągłych.	4
Lab5 Lab6	Generowanie zmiennych losowych za pomocą metody akceptacji i odrzuceń.	4
Lab7	Generowanie zmiennych losowych wielowymiarowych.	2
Lab8	Zastosowanie metody Monte Carlo do obliczania całek.	2
Lab9	Obliczanie całek za pomocą próbkowania istotnego.	2
Lab10	Metody redukcji wariancji i przyspieszania zbieżności.	2
Lab11 Lab12	Zastosowanie metod MCMC w statystyce.	4
Lab13 Lab14 Lab15	Rozwiązywanie zagadnień optymalizacyjnych za pomocą metody Monte Carlo - stochastyczne przeszukiwanie, metoda gradientu stochastycznego, symulowane wyżarzanie.	6
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład problemowo-informacyjny– metoda tradycyjna.
N2 Laboratorium komputerowe z użyciem pakietów Matlab lub R.
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_U04 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, raporty z przeprowadzonych analiz.
F2	PEU_W01 - PEU_W04 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
P=0,7*F1+0,3*F2.		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] C. P. Robert; G. Casella, Monte Carlo statistical methods, Springer, New York, 2004.
- [2] S. Ross, Simulation, Academic Press, Boston, 2001, Amsterdam, 2002.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. Zieliński, Metody Monte Carlo, WNT, Warszawa 1970.
- [2] P. Glasserman, Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer, New York, 2003 i późniejsze.

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

Dr hab. Maciej Wilczyński , prof. PWr (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Podstawy fizyki klasycznej**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Basic Classical Physics**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **FZP005001Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>180</b>				
Forma zaliczenia	<b>egzamin</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>6</b>				
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>3</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>4</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI  
SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej.
2. Podstawowe umiejętności stosowania funkcji zespolonych i rozwiązywania równań różniczkowych.
3. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przekazanie podstawowej wiedzy, uwzględniające jej aspekty aplikacyjne, z następujących działów fizyki klasycznej: mechaniki Newtona i szczególnej teorii względności, mechaniki Lagrange'a i Hamiltona, hydrodynamiki, elektrodynamiki, termodynamiki i fizyki statystycznej (równowagowej i nierównowagowej).  
C2 Wyrobienie umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz ilościowej analizy – w oparciu o prawa fizyki – wybranych zjawisk i procesów fizycznych z zakresu: mechaniki Newtona i szczególnej teorii względności, mechaniki Lagrange'a i Hamiltona, hydrodynamiki, elektrodynamiki i fizyki statystycznej (równowagowej i nierównowagowej).

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna znaczenie odkryć i osiągnięć fizyki dla nauk technicznych i postępu cywilizacyjnego,  
PEU\_W02 zna rolę matematyki w fizyce oraz wpływ fizyki na rozwój narzędzi matematycznych,  
PEU\_W03 ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki Newtona i szczególnej teorii względności, mechaniki Lagrange'a i Hamiltona, hydrodynamiki, elektrodynamiki i fizyki statystycznej (równowagowej i nierównowagowej).

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi wskazać i uzasadnić odkrycia oraz osiągnięcia fizyki, które przyczyniły się do rozwoju postępu cywilizacyjnego,  
PEU\_U02 rozpoznaje struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych,  
PEU\_U03 potrafi rozwiązywać proste zadania z zakresu mechaniki Newtona i szczególnej teorii względności, mechaniki Lagrange'a i Hamiltona, hydrodynamiki, elektrodynamiki i fizyki statystycznej (równowagowej i nierównowagowej).

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi współpracować zespołowo, rozumie potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy,

PEU\_K02 przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Metodologia fizyki: doświadczenie – model – teoria.	1
Wy2	Kinematyka punktu materialnego.	1
Wy3	Mechanika Newtona: zasady dynamiki.	1
Wy4	Mechanika Lagrange'a i Hamiltona: zasada najmniejszego działania i równanie Lagrange'a.	2
Wy5	Symetrie i prawa zachowania: prawa zachowania pędu, momentu pędu i energii w mechanice Newtona i Lagrange'a.	3
Wy6	Całkowanie równań ruchu: ruch jednowymiarowy, ruch w polu centralnym (zagadnienie Keplera).	2
Wy7	Małe drgania: oscylator harmoniczny, drgania własne, drgania molekuł.	3
Wy8	Ruch falowy: równanie falowe, drgania struny.	2
Wy9	Dynamika bryły sztywnej: II zasada dynamiki, równania Eulera, ruch ciężkiego bąka.	2
Wy10	Hydrodynamika: równania Eulera i Naviera-Stokesa. Przepływy płaskie.	2
Wy11	Szczególna teoria względności: transformacja Lorentza, kinematyka i dynamika relatywistyczna.	2
Wy12	Elektrodynamika: równania Maxwella i ich rozwiązania, elektrostatyka i magnetyzacja, promieniowanie elektromagnetyczne.	4
Wy13	Termodynamika fenomenologiczna: zasady termodynamiki.	1
Wy14	Fizyka statystyczna i procesy kinetyczne: rozkład Gibbsa-Boltzmanna, równanie Langevina, zjawiska transportu.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Przykłady zastosowań analizy wymiarowej.	1
Ćw2	Kinematyka punktu materialnego we współrzędnych krzywoliniowych.	1
Ćw3	Rozwiązywanie równań Newtona w najprostszych przypadkach.	1
Ćw4	Rozwiązywanie prostych zagadnień dynamiki punktu materialnego w formalizmie Lagrange'a.	2
Ćw5	Rozwiązywanie zadań ilustrujących zasady zachowania w mechanice punktu materialnego oraz rolę symetrii.	3
Ćw6	Całkowanie równań ruchu: okres ruchu periodycznego, szczególne przypadki zagadnienia Keplera.	2
Ćw7	Analiza ruchu drgającego: harmonicznego prostego, tłumionego, wymuszonego. Drgania własne molekuły CO <sub>2</sub> .	2
Ćw8	Rozwiązywanie zadań z zakresu fizyki fal poprzecznych. Drgania własne membrany.	2
Ćw9	Rozwiązywanie zadań z zakresu kinematyki ruchu obrotowego bryły sztywnej. Ruch bąka swobodnego i ciężkiego.	3
Ćw10	Rozwiązywanie równań Eulera i Naviera-Stokesa. Analiza wybranych przepływów płaskich.	2

Ćw11	Kinematyka relatywistyczna w przykładach. Relatywistyczny ruch jednostajnie przyspieszony.	2
Ćw12	Rozwiązywanie typowych zadań z elektrostatyki, magnetostatyki i elektrodynamiki.	4
Ćw13	Sprawność silników cieplnych.	1
Ćw14	Termodynamika układu dwustanowego. Ujemne temperatury bezwzględne. Stochastyczny oscylator harmoniczny. Przykłady zjawisk transportu w gazach.	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny (tablica) z wykorzystaniem programu algebry symbolicznej *Maple* oraz demonstracji eksperymentalnych.  
 N2 Ćwiczenia rachunkowe: analiza zjawiska, wykorzystanie praw fizycznych, zapis matematyczny, dyskusja rozwiązań; sprawdziany pisemne.  
 N3 Konsultacje, praca własna: przygotowanie do ćwiczeń i egzaminu.

#### 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, dyskusje, pisemne sprawdziany
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03 PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Egzamin pisemno-ustny
P=F2		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, tomy 1-4, PWN (2016)
- [2] L.D. Landau, E.M. Lifszyc, *Mechanika*, PWN (2006)
- [3] D.J. Griffiths, *Podstawy elektrodynamiki*, PWN (2001)
- [4] F. Reif, *Fizyka statystyczna*, PWN (1971)
- [5] K. Jezierski, B. Kołodka, K. Sierański, *Zadania z rozwiązaniami*, cz. 1., i 2., Oficyna Wydawnicza SCRIPTA, Wrocław 1999-2003.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1 i 2, PWN (2014)
- [2] S. Banach, *Mechanika*, PWN (1956)
- [3] L.D. Landau, E.M. Lifszyc, *Teoria Pola*, PWN (2009)
- [4] L.D. Landau, E.M. Lifszyc, *Hydrodynamika*, PWN (2009)
- [5] B. Średniawa, *Hydrodynamika i teoria sprężystości*, PWN (1997).
- [6] L. Susskind, G. Hrabovsky, *Teoretyczne minimum*, Prószyński i S-ka (2015)
- [7] B.-G. Englert, *Lectures on classical mechanics*, World Scientific (2015)

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

Prof. dr hab. Antoni C. Mituś (Antoni.Mitus@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Programowanie**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Computer Programming**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
 Kod przedmiotu: **INT002100WI**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>120</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>2</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Brak wymagań wstępnych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie się z podstawowymi zagadnieniami informatyki.  
 C2 Opanowanie wiedzy z zakresu podstawowych technik programowania.  
 C3 Pozyskanie umiejętności praktycznego zastosowania poznanej wiedzy, w szczególności implementacji prostych algorytmów.  
 C4 Przekonanie się o istotności programowania w pracy matematyka.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania.

PEU\_W02 Student zna podstawowe pojęcia informatyki, takie jak program, algorytm i złożoność obliczeniowa.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 Student potrafi zaimplementować prosty algorytm w wybranym języku programowania.

PEU\_U02 Student potrafi znajdować i usuwać błędy w nieskomplikowanych programach składających się z jednego pliku.

PEU\_U03 Student potrafi zmierzyć czas wykonania programu i porównać go z wyznaczoną złożonością obliczeniową.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki i jej zastosowań w matematyce.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Informatyka w życiu matematyka; Rodzaje środowisk programistycznych; Praca w notatnikach.	2
Wy2	Zapis liczb w komputerze; Operatory i kolejność działań; Typ pusty i typ logiczny; Zmienne; Wyrażenia warunkowe; Korzystanie z biblioteki funkcji matematycznych.	2
Wy3	Podstawowe kolekcje niemutowalne: krotki i napisy; Kodowanie znaków; Różnica pomiędzy słowami kluczowymi a wyrażeniami; Operacje wejścia-wyjścia.	2
Wy4	Podstawowe kolekcje mutowalne: listy, słowniki i zbiory; Dopasowanie wzorców; Kolekcje składowe;	2
Wy5	Funkcje i instrukcje sterujące; Wyrażenia funkcyjne; Dokumentowanie kodu funkcji; Podstawy organizacji pamięci.	2
Wy6	Tablice; Tworzenie wykresów; Wyrażenia symboliczne.	2
Wy7	Wyszukiwanie i poszukiwanie; Mierzenie czasu działania algorytmu.	2
Wy8	Rekurencja i przykładowe algorytmy rekurencyjne.	2
Wy9	Sprawdzanie pierwszości liczb; Rozkład na czynniki pierwsze.	2
Wy10	Proste algorytmy sortowania.	2
Wy11	Algorytmy na napisach; Praca z datami.	2
Wy12	Wstęp do programowania obiektowego; Atrybuty i metody; Metody specjalne.	2
Wy13	Wyjątki; Iteratory i generatory; Zarządzanie kontekstem; Obsługa plików.	2
Wy14	Złożoność obliczeniowa; Uruchamianie skryptów z poziomu środowiska programistycznego; Instalacja dodatkowych bibliotek.	2
Wy15	Przykład większej aplikacji w bibliotece PyGame; Podsumowanie wykładu.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Środowisko interaktywnych dokumentów; Formatowanie komórek tekstowych ze wzorami matematycznymi.	2
La2	Python jako kalkulator; Zasady programowania piśmiennego; Omówienie struktury raportu.	2
La3	Operacje wejścia/wyjścia w interaktywnych dokumentach. Przygotowanie interaktywnego raportu dotyczącego zagadnienia matematycznego na poziomie szkoły średniej.	2
La4	Ćwiczenia ilustrujące wykorzystanie kolekcji oraz wyrażeń składowych.	2
La5	Ćwiczenia ilustrujące tworzenie własnych funkcji.	2
La6	Ćwiczenia ilustrujące rysowanie wykresów. Przygotowanie interaktywnego raportu z wykresami, dotyczącego zagadnienia matematycznego z zakresu pierwszego semestru studiów.	2
La7	Implementacja i zastosowanie wybranych algorytmów iteracyjnych ilustrujących materiał z wykładu; Eksperymentalne mierzenie czasu działania funkcji.	2



La8	Implementacja i zastosowanie wybranych algorytmów rekurencyjnych ilustrujących materiał z wykładu; Wybieranie algorytmów na podstawie pomiarów czasu działania.	2
La9	Implementacja i zastosowanie wybranych algorytmów z zakresu teorii liczb ilustrujących materiał z wykładu.	2
La10	Implementacja i zastosowanie wybranych algorytmów sortowania ilustrujących materiał z wykładu.	2
La11	Implementacja i zastosowanie wybranych algorytmów na napisach ilustrujących materiał z wykładu.	2
La12	Implementacja za pomocą klasy i zastosowanie wybranego typu danych uwzględniającego operatory.	2
La13	Implementacja i zastosowanie wybranych iteratorów i generatorów ilustrujących materiał z wykładu; Ćwiczenia obsługi wyjątków.	2
La14	Wykonywanie wykresów na podstawie zawartości pliku tekstowego. Ćwiczenia dotyczące instalacji bibliotek oraz uruchamiania skryptów.	2
La15	Modyfikowanie przykładu aplikacji z wykładu; Podsumowanie laboratorium;	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
<b>N1</b> Materiały udostępniane studentom do samodzielnego zapoznania się <b>N2</b> Wykład multimedialny <b>N3</b> Rozwiązywanie zadań programistycznych podczas laboratorium <b>N4</b> Konsultacje <b>N5</b> Praca własna studentów

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
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	Kartkówki podczas wykładów; zbiór możliwych wartości F1: {-1, -0.5, 0, 0.5}.
F2	PEU_U01, PEU_U02 PEU_U03, PEU_K01	Kontrola realizacji list zadań; zbiór możliwych wartości F2: {2, 3, 3.5, 4, 4.5, 5}.
P = F1 + F2		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></b> [1] S. Alagić, M.A. Arbib. Projektowanie programów poprawnych i dobrze zbudowanych, WNT, Warszawa 1982. [2] A. B. Downey, Think Python, O'Reilly, 2012 [3] M. Pilgrim, Dive Into Python, APress Media, LLC 2004. <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></b> [4] D. Harrell, Rzecz o istocie informatyki. Algorytmika, WNT, Warszawa 2000. [5] A. Hunt, D. Thomas. Pragmatyczny programista. Od czeladnika do mistrza. WNT, Warszawa, 2002.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
dr inż. Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI**  
**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Zaawansowane metody programowania**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Advanced Methods of Programming**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **INT002101W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania — *Programowanie*.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie zaawansowanych zasad projektowania aplikacji w paradygmacie programowania obiektowego.  
C2 Opanowanie pracy z poziomu powłoki tekstowej lokalnie i zdalnie.  
C3 Opanowanie narzędzi informatycznych ułatwiających pracę w grupie.  
C4 Opanowanie języków formatowania tekstu i zasad poprawnego składu tekstu.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 Student zna zasady projektowania aplikacji w paradygmacie programowania obiektowego.

PEU\_W02 Student zna podstawowe pojęcia dotyczące systemów kontroli wersji.

PEU\_W03 Student zna podstawowe zasady poprawnego składu tekstu.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 Student potrafi samodzielnie zaimplementować program składający się z wielu klas.

PEU\_U02 Student potrafi rozbić problem na logiczne bloki w formie funkcji, klas i modułów.

PEU\_U03 Student potrafi pracować w grupie z pomocą narzędzi informatycznych, korzystając z nich w sposób bezpieczny.

PEU\_U04 Student potrafi obsługiwać komputer za pomocą powłoki tekstowej lokalnie i zdalnie.

PEU\_U05 Student potrafi przygotować dokumentację aplikacji, raport oraz prezentację zawierającą wzory matematyczne, zgodne z podstawowymi zasadami składu.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 jest przygotowany do samodzielnego wyszukiwania informacji oraz prezentacji własnych wyników, potrafi cytować źródła.

PEU\_K02 jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki i jej zastosowań w matematyce.

PEU\_K03 jest przygotowany do pracy w zespole.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Zasady podziału kodu na funkcje, klasy i moduły; Przypomnienie podstaw programowania obiektowego.	2
Wy2	Dziedziczenie i polimorfizm; Klasy abstrakcyjne i abstrakcyjne klasy bazowe.	2
Wy3	Zaawansowane techniki obiektowości; Metody klas i metody statyczne; Tworzenie właściwości za pomocą dekoratorów.	2
Wy4	Diagramy klas UML; Zasady projektowania interfejsów klas; Zasady dokumentowania API i automatyczne generowanie dokumentacji.	2
Wy5	Podstawy działania systemów operacyjnych; Pojęcie powłoki graficznej i tekstowej; Zasady pracy w powłoce tekstowej.	1
Wy6	Język BASH i tworzenie skryptów; Tworzenie nowych aplikacji powłoki tekstowej; Integracja aplikacji za pomocą przekierowania strumieni.	3
Wy7	Pojęcie kryptografii klucza publicznego; Zarys budowy sieci Internet; Zdalne logowanie do powłoki tekstowej innego urządzenia za pomocą SSH.	1
Wy8	System kontroli wersji Git; Podstawowe narzędzia do zdalnej pracy nad projektem programistycznym.	3
Wy9	Dalsze zasady tworzenia dokumentacji; Podstawy typografii cyfrowej w Internecie i dokumentach do druku.	2
Wy10	Zasady poprawnej redakcji tekstu do druku i na stronach Internetowych w językach LaTeX i HTML.	2
Wy11	Sterowanie stylem tekstu do druku i na stronach Internetowych w językach LaTeX i CSS.	2
Wy12	Skład wzorów matematycznych w tekście do druku i na stronach Internetowych w języku LaTeX.	2
Wy13	Przygotowywanie prezentacji w języku LaTeX i HTML. Dodawanie tabel, rysunków i bibliografii do dokumentów do druku i stron Internetowych.	2
Wy14	LaTeX jako język programowania, tworzenie własnych komend; Omówienie sposobów uzyskania interaktywności na stronach Internetowych.	2
Wy15	Podsumowanie wykładu.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie wykorzystywanego środowiska programistycznego; Krótkie ćwiczenia na przypomnienie składni oraz oswojenie się ze środowiskiem.	2
La2-La4	Ćwiczenia ilustrujące techniki programowania obiektowego przedstawiane na wykładzie; Omówienie tematów projektów indywidualnych.	6
La5 La6	Ćwiczenia w pracy z poziomu powłoki tekstowej w języku BASH.	4
La7 La8	Generowanie kluczy SSH oraz wykorzystanie ich do ćwiczeń systemu kontroli wersji Git.	4
La9	Prezentacja projektów indywidualnych; Omówienie tematów projektów grupowych.	2
La10- La14	Ćwiczenia z redakcji tekstów w językach LaTeX, HTML i CSS, ilustrujące zagadnienia omawiane na wykładzie.	10
La15	Prezentacja projektów grupowych; Podsumowanie laboratorium.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1 Materiały udostępniane studentom do samodzielnego zapoznania się.  N2 Wykład multimedialny.  N3 Rozwiązywanie zadań programistycznych podczas laboratorium.  N4 Konsultacje.  N5 Praca własna studentów.</p>

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	Kartkówki podczas wykładów; zbiór możliwych wartości F1: {-1, -0.5, 0, 0.5}.
F2	PEU_W01, PEU_U01, PEU_U02 PEU_K01, PEU_K02	Projekt indywidualny wykonany w paradygmacie programowania obiektowego.
F3	PEU_W02, PEU_W03, PEU_U03 PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01 PEU_K02, PEU_K03	Projekt grupowy wykonany w narzędziu kontroli wersji, zawierający stosowną dokumentację.
F4	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03 PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03 PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01	Aktywność studenta podczas zajęć, kartkówki, odpowiedzi ustne, zadania domowe.
$P=F1 + 0.4*F2 + 0.4*F3 + 0.2*F4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b></p> <p>[1] B. Slatkin, <i>Effective Python</i>, Addison-Wesley 2015, wydanie 1.  [2] M. Lutz, <i>Programming Python</i>, O'Reilly 2011, wydanie 4.  [3] M. Summerfield, <i>Rapid GUI Programming with Python and Qt</i>, Prentice Hall 2007, wydanie 1.  [4] A.S. Tanenbaum, <i>Systemy operacyjne</i>, Helion 2010, wydanie 4.  [5] S. Chacon, B. Straub, <i>Pro Git</i>, Apress 2014, wydanie 2.  [6] R. Bringhurst, <i>Elementarz stylu w typografii</i>, Design Plus 2007, wydanie 3.  [7] L. Lamport, <i>L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X: System opracowywania dokumentów. Podręcznik i przewodnik użytkownika</i>, WNT 2004, wydanie 2.  [8] M. MacDonald, <i>HTML5. Nieoficjalny podręcznik</i>, Helion 2014, wydanie 2.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr inż. Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algorytmy i struktury danych**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algorithms and Data Structures**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu: **INT002102Wcl**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>210</b>				
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>7</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>4</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>5</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość materiału będącego przedmiotem kursów Programowanie oraz Wstęp do Logiki i teorii mnogości.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Nauka najważniejszych współczesnych technik konstrukcji algorytmów  
C2 Nauka metod oceny i analizy algorytmów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Zna podstawowe typy algorytmów.

PEU\_W02 Zna techniki oceny poprawności i efektywności algorytmów.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi projektować efektywne algorytmy i analizować je pod kątem złożoności oraz poprawności.

PEU\_U02 Potrafi implementować zaprojektowane algorytmy z wykorzystaniem bibliotek algorytmicznych

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Potrafi dostosować konstrukcję algorytmu do praktycznych problemów.

PEU\_K02 Potrafi opisać działanie algorytmu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe problemy algorytmiczne, notacje duże O	2
Wy2	Podstawowe struktury danych: kolejki priorytetowe, listy, słowniki, kopce	4
Wy3	Problemy rekurencyjne. Twierdzenie o rekurencji uniwersalnej. Podejście dziel-i-rządź. MergeSort.	4
Wy4	Algorytmy grafowe, przeszukiwanie grafu, algorytm Dijkstry.	4
Wy5	Algorytmy zachłanne	2
Wy6	Programowanie dynamiczne	4
Wy7	Programowanie liniowe	2
Wy8	Algorytmy tekstowe, wyszukiwanie wzorców	4
Wy9	Haszowanie	2
Wy10	Algorytmy zrandomizowane, testowanie pierwszości	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Notacja asymptotyczna i równania rekurencyjne	2
Ćw2	Analiza złożoności prostych algorytmów	2
Ćw3	Metoda dziel-i-zwyciężaj	2
Ćw4	Algorytmy grafowe	3
Ćw5	Programowanie dynamiczne	3
Ćw6	Programowanie liniowe	2
Ćw7	Algorytmy tekstowe	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Algorytmy sortujące	2
La2	Metoda dziel-i-zwyciężaj	2
La3	Algorytmy grafowe	8
La4	Algorytmy zachłanne	2
La5	Programowanie dynamiczne	6
La6	Programowanie liniowe	6
La7	Algorytmy tekstowe	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Tradycyjny wykład
N2. Dyskusja
N3. Prezentacje symulacji oraz działania programów komputerowych
N4. Rozwiązywane zadań programistycznych

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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	Ocena napisanych programów
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe

$P = 40\% * F1 + 60\% * F2$  przy tym, że zarówno z F1 i F2 trzeba mieć co najmniej 50%.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, U. V. Vazirani, Algorithms, McGraw-Hill 2006;
- [2] T. H. Cormen, Ch. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Wprowadzenie do algorytmów, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 2004.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik, Matematyka konkretna, PWN 2004.

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

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski [Marek.Klonowski@pwr.edu.pl](mailto:Marek.Klonowski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI**  
**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Pakiety matematyczne**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Packages**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002103WI**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>90</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>2</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania — *Programowanie*.
2. Student posiada podstawową wiedzę z analizy matematycznej (dotyczącą rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej oraz pojęć całki nieoznaczonej i oznaczonej) — *Analiza matematyczna 1* lub *Analiza matematyczna M1*.
3. Student potrafi stosować metody algebraiczne w rozwiązywaniu problemów i zadań praktycznych — *Algebra liniowa i geometria analityczna* lub *Algebra M1*.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie struktury liczb zmiennoprzecinkowych oraz wpływu błędów zaokrągleń na precyzję obliczeń.  
C2 Poznanie zaawansowanych narzędzi wizualizacji w pakietach matematycznych.  
C3 Zdobywanie umiejętności rozwiązywania prostych zadań matematycznych w pakietach matematycznych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 zna ograniczenia i niepewność obliczeń maszynowych w arytmetyce zmiennoprzecinkowej.  
PEU\_W02 zna metody numeryczne i symboliczne służące rozwiązaniu podstawowych problemów matematycznych za pomocą pakietów.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 potrafi obsługiwać przynajmniej jeden pakiet numeryczny i jeden pakiet symboliczny.  
PEU\_U02 potrafi zaimplementować rozwiązania prostych zadań matematycznych.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze i dokumentacji.  
PEU\_K02 jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki i jej zastosowań w matematyce.



<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Różnice pomiędzy pakietem matematycznym a językiem programowania, pakietami symbolicznymi a numerycznymi; Przegląd pakietów matematycznych.	1
Wy2	Liczby zmiennoprzecinkowe; Błędy obcięcia i zaokrągleń; Przekształcanie wyrażeń matematycznych w celu unikania problemów numerycznych.	1
Wy3	Wykonywanie wykresów funkcji i figur płaskich; Wykonywanie wykresów zadanych równaniami parametrycznymi.	1
Wy4	Wykonywanie wykresów funkcji dwóch zmiennych.	1
Wy5	Obliczenia macierzowe i wektorowe w pakietach.	1
Wy6	Metody iteracyjne w pakietach numerycznych.	1
Wy7	Obliczanie i graficzne wyznaczanie rzędu metody.	1
Wy8	Rozwiązywanie równań za pomocą pakietów symbolicznych.	1
Wy9	Zaawansowane obliczenia symboliczne: różniczkowanie i całkowanie.	1
Wy10	Wykonywanie wykresów oraz ilustracji figur i brył w pakietach symbolicznych.	1
Wy11	Przykłady metod: interpolacja i aproksymacja.	1
Wy12	Przykłady metod: numeryczne całkowanie.	1
Wy13	Przykłady metod: symulacje Monte Carlo.	1
Wy14	Przykłady metod: programowanie liniowe.	1
Wy15	Porównanie omawianych narzędzi z innymi pakietami. Podsumowanie wykładu.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1 La2	Uruchomienie i informacje o pakietach matematycznych. Przypomnienie języka Python. Wykonywanie prostych obliczeń.	4
La3 La4	Wykonywanie wykresów w pakiecie Spyder.	4
La5 La6	Ćwiczenia metod iteracyjnych ilustrujących materiał z wykładu.	4
La7 La8	Ćwiczenia wyznaczania rzędu metod.	4
La9 La10	Wykonywanie obliczeń symbolicznych w pakiecie Sage.	4
La11 La12	Wykonywanie wykresów oraz ilustracji figur i brył w pakiecie Sage.	4
La13 La14	Ćwiczenia przykładowych metod ilustrowanych na wykładzie.	4
La15	Podsumowanie laboratorium	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1 Wykład tradycyjny z elementami multimedialnymi.  
N2 Laboratoria komputerowe.  
N3 Zadanie domowe.  
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
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K02	Zaliczenie wykładu — test w ostatnim tygodniu zajęć
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Zaliczenie laboratorium — kontrola realizacji list zadań
F3	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Zaliczenie laboratorium — zadanie domowe

$P=0,2*F1+0,5*F2+0,3*F3$

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G.V Bard, *Sage for Undergraduates*, American Mathematical Society 2014, wydanie 1.  
[2] S.J. Rojas G., E.A. Christensen, F.J. Blanco-Silva, *Learning SciPy for Numerical and Scientific Computing*, Packt Publishing 2015, wydanie 2.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] S. Wagon, *Mathematica in action: problem solving through visualization and computation*, Springer 2010, wydanie 3.  
[4] D.C. Hanselman, B.L. Littlefield, *Mastering MATLAB*, Prentice Hall 2011, wydanie 1.

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

dr inż. Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Bazy danych**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Databases**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002110WI**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania, w zakresie kursu *Programowanie*.
2. Student potrafi przygotować program generujący raport zawierający wzory matematyczne, zgodne z podstawowymi zasadami składni, jak w treści kursu *Zaawansowane metody programowania*.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie zasad korzystania z baz danych i pisania optymalnych zapytań.  
C2 Pozyskanie umiejętności tworzenia automatycznych raportów na podstawie wyników zapytań baz danych

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 Student zna podstawy teorii baz danych i ich możliwości aplikacyjne.  
PEU\_W02 Student zna dobrze zasady formułowania zapytań do baz danych.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 Student potrafi formułować optymalne zapytania do baz danych.  
PEU\_U02 Student potrafi tworzyć raporty oparte o bazy danych.

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji i współpracy z przedstawicielami innych zawodów.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Pojęcia relacyjnej bazy danych oraz języka SQL; Dialekty języka SQL; Ogólny schemat budowy wybranej bazy danych.	2
Wy2	Formułowanie prostych zapytań do jednej tabeli z jednym wyrażeniem SELECT bez grupowania.	2
Wy3	Informacje o sposobie przechowywania wartości w bazach danych: typy liczbowe oraz znakowe.	2
Wy4	Formułowanie złożonych warunków w języku SQL; Praca z datami.	2
Wy5	Stosowanie grupowania oraz funkcji agregujących.	2
Wy6	Zapytania zagnieżdżone.	2
Wy7	Operacje łączenia tabel.	2
Wy8	Tworzenie złożonych zapytań.	2
Wy9	Widoki i tabele tymczasowe.	2
Wy10	Modyfikowanie wpisów w bazie; Dbanie o spójność danych; Wyzwalacze.	2
Wy11	Podstawowa optymalizacja zapytań: indeksy, optymalizacja warunków.	2
Wy12	Tworzenie nowych tabel w bazie; Podstawowe zasady projektowania baz danych; Normalizacja.	2
Wy13	Zaawansowana optymalizacja zapytań: praca z planami wykonywania zapytań.	2
Wy14	Tworzenie nowych baz danych.	2
Wy15	Podsumowanie wykładu.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Konfiguracja bazy danych; Aplikacje klient-serwer; Pojęcie adresu i portu; Łączenie się z istniejącą bazą danych i zapoznanie się z przykładowymi bazami do zajęć.	2
La2- La4	Ćwiczenia z pisania zapytań do jednej tabeli bez grupowań.	6
La5 La6	Ćwiczenia z pisania zapytań do jednej tabeli z grupowaniami.	4
La7 La8	Ćwiczenia z pisania zapytań do wielu tabel.	4
La9	Ćwiczenia z pisania zapytań z wykorzystaniem tabel tymczasowych i widoków.	2
La10	Budowa złożonych zapytań korzystających z wielu tabel.	2
La11	Ćwiczenia z optymalizacji zapytań.	2
La12	Przygotowanie raportu na podstawie istniejącej bazy danych.	2
La13	Ćwiczenia ze sprawdzania postaci normalnych baz danych; Ćwiczenia z optymalizacji.	2
La14	Projektowanie baz danych za pomocą narzędzi graficznych.	2

La15	Podsumowanie laboratorium.	2
<b>Suma godzin</b>		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 PEU_U02	Projekt końcowy realizowany w grupie.
F2	PEU_W01 PEU_K01	Prezentacja indywidualna.
$P = 0,7 * F1 + 0,3 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Russell J.T. Dyer, "Learning MySQL and MariaDB", O'Reilly Media, Inc, 2015  
[2] Vadim Tkachenko, Peter Zaitsev, Baron Schwartz, "High Performance MySQL", O'Reilly Media, Inc, 3rd Edition, 2012

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

dr inż. Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Kodowanie i teoria informacji**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Coding and Information Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **INT002111Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa.
2. Podstawowa wiedza z zakresu algorytmów i struktur danych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie podstawowych pojęć i twierdzeń teorii informacji.  
 C2 Analiza wybranych algorytmów kodujących.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie: definiować podstawowe obiekty teorii informacji, formułować i wyjaśnić twierdzenie Shannona o związku pojemności kanału z ilością przesyłanej przezeń informacji, objaśniać poznane algorytmy kodujące, formułować własności poznanych obiektów.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć: posługiwać się pojęciami i twierdzeniami teorii informacji, analizować algorytmy służące do kodowania, stosować kody Shannona, Huffmana oraz Hamminga.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien: dostrzegać potrzebę używania narzędzi wykorzystujących teorię informacji oraz kodowanie w praktycznych zastosowaniach.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie, miara informacji Hartley'a	3
Wy2	Entropia Shannona	2
Wy3	Kody	2
Wy4	Kody prefiksowe, kody jednoznacznie dekodowalne	2
Wy5	Nierówność Krafta	1
Wy6	Twierdzenie Shannona – zależność pomiędzy entropią i średnią długością kodu	1
Wy7	Kody Shannona	1
Wy8	Kody Huffmana	2
Wy9	Optymalność kodów Huffmana	2
Wy10	Entropia łączna, entropia warunkowa, informacja wzajemna	2
Wy11	Reguła łańcucha	2
Wy12	Kanały informacyjne, pojemność kanału	2
Wy13	Kanały symetryczne i słabosymetryczne	2
Wy14	Drugie twierdzenie Shannona (o efektywności kodu i pojemności kanału)	2
Wy15	Dowód drugiego twierdzenia Shannona	2
Wy16	Kody Hamminga	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wprowadzenie, miara informacji Hartley'a	3
Ćw2	Entropia Shannona	2
Ćw3	Kody	2
Ćw4	Kody prefiksowe, kody jednoznacznie dekodowalne	2
Ćw5	Nierówność Krafta	1
Ćw6	Twierdzenie Shannona – zależność pomiędzy entropią i średnią długością kodu	1
Ćw7	Kody Shannona	1
Ćw8	Kody Huffmana	2
Ćw9	Optymalność kodów Huffmana	2
Ćw10	Entropia łączna, entropia warunkowa, informacja wzajemna	2
Ćw11	Reguła łańcucha	2
Ćw12	Kanały informacyjne, pojemność kanału	2
Ćw13	Kanały symetryczne i słabosymetryczne	2
Ćw14	Drugie twierdzenie Shannona (o efektywności kodu i pojemności kanału)	2
Ćw15	Dowód drugiego twierdzenia Shannona	2
Ćw16	Kody Hamminga	2
	Suma godzin	<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny lub online  
N2. Rozwiązywanie przez studentów zadań przy tablicy z wcześniej przygotowanych list

**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_K01	Rozwiązywanie zadań na ćwiczeniach
F2	PEU_W01, PEU_U01	Kolokwium końcowe
P=F2+F1 (F2 w skali 2,0-5,0; F1 w skali 0,0-1,0)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory, JW&S, 2006  
[2] D. J. C. MacKay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, CUP, 2005

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] A. Dabrowski, O teorii informacji, WSiP, 1974

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

Dr hab. Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Kodowanie i teoria informacji**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Coding and Information Theory**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002112Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Elementarny rachunek prawdopodobieństwa.
2. Analiza I i II.
3. Kombinatoryka i teoria grafów w zakresie elementarnym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie słuchacza z teorią algorytmów losowych.  
C2 Wyposażenie w techniki pozwalające na konstrukcję algorytmów zrandomizowanych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Algorytmy zrandomizowane

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Tworzenie algorytmów zrandomizowanych

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Umiejętność dostrzeżenia w zadaniach praktycznych możliwości zastosowania wiedzy z wykładu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp.	2
Wy2	Zrandomizowany algorytm sortujący (RandomQS).	2
Wy3	Drzewa logiczne AND-OR; udaremnianie planów przeciwnika poprzez randomizację decyzji.	2
Wy4	Drzewa logiczne c.d.	2
Wy5	Zasada Minimaxu Yao.	2
Wy6	Zasada Minimaxu Yao –c.d.	2
Wy7	Zasada Minimaxu Yao –zastosowania	2
Wy8	Metody algebraiczne; weryfikacja wyników mnożenia macierzy	2
Wy9	Optymalne zatrzymywanie – wstęp, pojęcia podstawowe: proces stochastyczny z czasem dyskretnym, filtracja i informacja, czas zatrzymania, optymalny czas zatrzymania.	2
Wy10	Optymalne zatrzymywanie – wstęp, pojęcia podstawowe: proces stochastyczny z czasem dyskretnym, filtracja i informacja, czas zatrzymania, optymalny czas zatrzymania – c.d.	2
Wy11	Problem sekretarki.	2
Wy12	Problem sekretarki dla porządków częściowych.	2
Wy13	Zrandomizowany algorytm najlepszego wyboru Preatera .	2
Wy14	Zrandomizowany algorytm najlepszego wyboru Preatera -c.d.	2
Wy15	Wzmocnienia wyniku Preatera.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw1	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw3	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw4	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw5	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw6	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw7	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw8	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw9	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw10	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw11	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw12	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw13	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw14	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
Ćw15	Rozwiązywanie zadań ilustrujących odpowiedni wykład	2
<b>Suma godzin:</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład przy tablicy lub w przypadku nauczania zdalnego przy użyciu tablicy elektronicznej WACOM.

## 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	Ocena aktywności na ćwiczeniach
F2	PEU_U01	Ocena aktywności na ćwiczeniach
F3		Kolokwium zaliczeniowe
$P=0,3 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2 + 0,4 \cdot F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] M. Motwani, P. Raghavan, An overview of randomized algorithms, in Probabilistic Methods for Algorithmic Discrete Mathematics, eds. M. Habib, C. Mc. Diarmid, J. Ramirez-Alfonsin, B. Reed; Algorithms and Combinatorics, Springer, Berlin 1998.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Y.S.Chow, H.Robbins, D. Siegmund, Great Expectations: The Theory of Optimal Stopping, Houghton Mifflin Company, Boston 1971.

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

Prof. Michał Morayne, [michal.morayne@pwr.edu.pl](mailto:michal.morayne@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Automatyczna weryfikacja, logiki modalne i omega-automaty**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Automatic verification, modal logic and omega-automata**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002113Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstaw logiki i teorii mnogości.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie podstaw logiki modalnej, omega-automatów oraz języków omega-regularnych.  
C2 Przedstawienie zastosowań automatów Buchiego w automatycznej weryfikacji (Promela, Spin).

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie: definiować podstawowe obiekty logiki modalnej, rozpoznawać różne klasy logik modalnych, objaśniać działanie omega-automatu, formułować własności poznanych obiektów.

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć: posługiwać się formalną notacją logiki modalnej oraz logiki LTL, projektować i analizować proste omega-automaty, w szczególności automaty Buchiego związane ze zdaniem logiki LTL.

### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien: dostrzegać potrzebę stosowania narzędzi wykorzystujących logikę modalną (Promela, Spin) do weryfikacji poprawności protokołów w programowaniu współbieżnym.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek zdań	1
Wy2	Logiki modalne	5
Wy3	Logika LTL	2
Wy4	Automaty skończone	2
Wy5	Omega-automaty	2
Wy6	Automaty Buchiego	3
Wy7	Uogólnione automaty Buchiego	3
Wy8	Inne omega-automaty	2
Wy9	Języki regularne i omega-regularne	4
Wy10	Automat Buchiego dla formuły języka LTL	2
Wy11	Dyskretne systemy stanów, automatyczna weryfikacja	2
Wy12	Promela i Spin	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rachunek zdań	1
Ćw2	Logiki modalne	5
Ćw3	Logika LTL	2
Ćw4	Automaty skończone	2
Ćw5	Omega-automaty	2
Ćw6	Automaty Buchiego	3
Ćw7	Uogólnione automaty Buchiego	3
Ćw8	Inne omega-automaty	2
Ćw9	Języki regularne i omega-regularne	4
Ćw10	Automat Buchiego dla formuły języka LTL	2
Ćw11	Dyskretne systemy stanów, automatyczna weryfikacja	2
Ćw12	Promela i Spin	2
Suma godzin		30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny lub online
- N2. Rozwiązywanie przez studentów zadań przy tablicy z wcześniej przygotowanych list
- N3. Wykład z wykorzystaniem narzędzi multimedialnych

## 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_K01	Rozwiązywanie zadań na ćwiczeniach
F2	PEU_W01, PEU_U01	Kolokwium końcowe
P=F2+F1 (F2 w skali 2,0-5,0; F1 w skali 0,0-1,0)		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G. J. Holzmann, The SPIN Model Checker: Primer and Reference Manual, Addison – Wesley Professional, 2011
- [2] M. Ben-Ari, Principles of the Spin Model Checker, Springer, 2008

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] spinroot.com

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

dr hab. Szymon Żeberski, [szymon.zeberski@pwr.edu.pl](mailto:szymon.zeberski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Teoretyczne podstawy informatyki i elementy logiki**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Theoretical foundations of computer science and elements of logic**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002114Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość podstaw logiki i teorii mnogości.
2. Podstawowa wiedza z zakresu algorytmów i struktur danych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przedstawienie podstaw logiki pierwszego rzędu i elementów teorii modeli  
C2 Zaprezentowanie i analiza podstawowego modelu obliczeń – maszyny Turinga

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie: definiować podstawowe obiekty logiki pierwszego rzędu, formułować i stosować twierdzenia Godla i Lowenheima-Skolema, objaśniać działanie maszyny Turinga, rozpoznawać języki rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć: posługiwać się formalną notacją logiki pierwszego rzędu, budować modele teorii używając poznanych twierdzeń,

rozpoznawać funkcje rekurencyjne, projektować i analizować proste maszyny Turinga, posługiwać się pojęciem uniwersalnej maszyny Turinga.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien: dostrzegać związek pomiędzy realnymi problemami algorytmiki i abstrakcyjnym ujęciem obliczalności.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Logika pierwszego rzędu	2
Wy2	Modele, spełnialność	3
Wy3	Gry Erenfeuhtha-Fraissego	2
Wy4	Twierdzenie Godla o zwartości	3
Wy5	Twierdzenie Lowenheima-Skolema	3
Wy6	Arytmetyka Peano, twierdzenie Godla o niezupełności	2
Wy7	Funkcje rekurencyjne	2
Wy8	Modele obliczalności – maszyna Turinga	2
Wy9	Teza Churcha	1
Wy10	Warianty maszyny Turinga	3
Wy11	Uniwersalna maszyna Turinga, problem stopu	3
Wy12	Języki rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne	2
Wy13	Problem P=NP.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Logika pierwszego rzędu	2
Ćw2	Modele, spełnialność	3
Ćw3	Gry Erenfeuhtha-Fraissego	2
Ćw4	Twierdzenie Godla o zwartości	3
Ćw5	Twierdzenie Lowenheima-Skolema	3
Ćw6	Arytmetyka Peano, twierdzenie Godla o niezupełności	2
Ćw7	Funkcje rekurencyjne	2
Ćw8	Modele obliczalności – maszyna Turinga	2
Ćw9	Teza Churcha	1
Ćw10	Warianty maszyny Turinga	3
Ćw11	Uniwersalna maszyna Turinga, problem stopu	3
Ćw12	Języki rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne	2
Ćw13	Problem P=NP	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny lub online
N2. Rozwiązywanie przez studentów zadań przy tablicy z wcześniej przygotowanych list



**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_K01	Rozwiązywanie zadań na ćwiczeniach
F2	PEU_W01, PEU_U01	Kolokwium końcowe
P=F2+F1 (F2 w skali 2,0-5,0; F1 w skali 0,0-1,0)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Ch. H. Papadimitrou, Złożoność obliczeniowa, WNT, 2002
- [2] Z. Adamowicz, P. Zbierski, Logika matematyczna, PWN, 1991

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J. E. Hopcroft, J. D. Ullman, Wprowadzenie do teorii automatów, języków i obliczeń, WNT, Warszawa 1994

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

dr hab. Szymon Żeberski, [szymon.zeberski@pwr.edu.pl](mailto:szymon.zeberski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algorytmiczna teoria gier**  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algorithmic Game Theory**  
 Kierunek studiów: **Matematyka**  
 Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
 Kod przedmiotu: **INT002120Wc**  
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Algebra liniowa
2. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa
3. Wstęp do matematyki współczesnej albo Logika i struktury formalne

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Omówienie podstawowych pojęć algorytmicznej teorii gier  
 C2 Biegłe wykorzystanie wiedzy z zakresu algorytmicznej teorii grafów

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

PEU\_W01 Zna pojęcie gry strategicznej i rozszerzonej postaci gry  
 PEU\_W02 Rozumie pojęcie równowagi w grze ze skończoną liczbą graczy  
 PEU\_W03 Rozumie związek pomiędzy istnieniem równowagi w grze a twierdzeniami o punkcie stałym  
 PEU\_W04 Rozumie pojęcie gry zdeterminowanej

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi opisać grę w postaci rozszerzonej  
 PEU\_U02 Potrafi sprowadzić grę w postaci rozszerzonej do postaci strategicznej

PEU\_U03 Potrafi wyznaczyć równowagę Nasha stosując indukcję wsteczna na drzewie gry  
 PEU\_U04 Potrafi wyznaczyć równowagę Nasha w dwuosobowej grze stosując redukcję strategii silnie zdominowanych  
**Z zakresu kompetencji społecznych:**  
 PEU\_K01 Zna problemy i zagadnienia socjologiczne które mogą być modelowane za pomocą teorii gier  
 PEU\_K02 Posiada umiejętność przekazu informacyjnego zagadnień związanych z teorią gier

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Matematyczny model szachów	2h
Wy2	Rozszerzona postać gry, twierdzenie von Neumanna	2h
Wy3	Równowaga Nasha. Strategie słabo i silnie zdominowane i ich związek z równowagą Nasha	2h
Wy4	Dwuosobowe gry z sumą zerową i związek z strategii optymalnych a istnieniem równowagi Nasha w tych grach	2h
Wy5	Twierdzenie Khuna i jego dowód	2h
Wy6	Strategie czyste i mieszane. Przykład gry ze strategiami czystymi w której nie ma równowagi Nasha.	2h
Wy7	Dowód twierdzenia Nasha w grach ze skończoną liczbą strategii mieszanych	1h
Wy8	Przykład dwuosobowej gry o sumie zerowej z nieskończoną ilością strategii mieszanych w której równowaga Nasha nie istnieje. Algorytm Lemke-Howsona wyznaczenia równowagi Nasha w dwuosobowych grach ze skończoną liczbą strategii mieszanych	3h
Wy9	Pojęcie sympleksu i podziału symplecjonalnego. Kolorowanie Spernera wierzchołków podziału symplecjonalnego. Dowód lematu Spernera	2h
Wy10	Sformułowanie i dowód twierdzenia Lebesgue'a o pokryciu otwartym	2h
Wy11	Dowód twierdzenia Knastera-Kuratowskiego-Mazurkiewicza. Dowód twierdzenia Brouwera o punkcie stałym	2h
Wy12	Przestrzeń metryczna zupełna. Dowody twierdzenia Cantora w przestrzeniach zupełnych i twierdzenia Baire'a o kategoriach	2h
Wy13	Ideał zbiorów pierwszej kategorii i pojęcie zbioru posiadającego własność Baire'a.	2h
Wy14	Gra Banacha-Mazura i opis strategii wygrywającej w tej grze na zbiorach posiadających własność Baire'a. Pojęcie gry zdeterminowanej. Gra Gale-Stewart	2h
Wy15	Aksjomat determinacji Steinhausa-Mycielskiego. Gry na sieciach, sieci komputerowe	2h
<b>Suma godzin</b>		<b>30h</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Matematyczne ujęcie gry w szachy w wersji drzew skończonych i nieskończonych	2h
Ćw2	Gry w postaci rozszerzonej. Drzewa ufundowane i liczby porządkowe i ranga na drzewach ufundowanych	2h
Ćw3	Gry w postaci strategicznej. Sprowadzanie gier o postaci rozszerzonej do postaci strategicznej	2h
Ćw4	Redukcja gry o strategii zdominowane i silnie zdominowane	2h
Ćw5	Równowaga Nasha i zastosowanie redukcji gry o strategii silnie zdominowane	2h

Ćw6	Algorytm indukcji wstecznej znajdowania równowagi Nasha na drzewie gry	2h
Ćw7	Dwuosobowe gry o sumie zerowej	2h
Ćw8	Dwuosobowe gry ze strategiami mieszanymi. Znajdowanie strategii optymalnych graczy dla dwuosobowych gier z mieszanymi strategiami	3h
Ćw9	Znajdowanie równowagi Nasha w dwuosobowych grach o sumie zerowej posiadających wartość gry	3h
Ćw10	Implementacja algorytmu Lemke-Howsona w dwuosobowych grach ze skończoną liczbą strategii	4h
Ćw11	Podstawowe fakty dotyczące zwartych przestrzeni metrycznych i przestrzeni polskich	4h
Ćw12	Wyznaczanie strategii wygrywających w grach Gale-Stewart'a na zadanych podzbiorach w przestrzeni Baire'a	2h
	<b>Suma godzin</b>	30h

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny lub zdalny  
N2. Rozwiązywanie zadań i problemów  
N3. Praca własna studentów  
N4. 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	W1-W4, K1-K2	Kolokwium zaliczeniowe
F2	U1-U4	Aktywność na zajęciach
P = 0,5*F1+0,5*F2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. Mashler, E. Sloan, S. Zamir, Game Theory, Cambridge University Press, 2013
- [2] M. Osborne, A. Rubinstein, A Course in Game Theory, MIT Press
- [3] Z. Han, D. Niyato, W. Saad, A. Hjørungnes, Game Theory in Wireless and Communication Networks (2012), Cambridge University Press.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. T. Roughgarden, Lecture notes on Algorithmic Game Theory, <http://theory.stanford.edu/~tim/f13/f13.pdf>
2. G. Owen, Teoria gier, PWN, Warszawa 1975

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

dr hab. Robert Rałowski e-mail:robert.ralowski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Haskell i programowanie funkcyjne**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Haskell and Functional Programming**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002121W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość dowolnego języka programowania.
2. Podstawowa znajomość algebry oraz elementów logiki i teorii mnogości.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Przyswojenie zasad programowania funkcyjnego.  
C2 Opanowanie programowania w Haskellu.  
C3 Zrozumienie koncepcji monady zarówno w kontekście programowania funkcyjnego, jak i teorii kategorii.

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

PEU\_W01 – Zna zasady programowania funkcyjnego.  
PEU\_W02 – Zna pojęcie rekursji i rekursji ogonowej.  
PEU\_W03 – Zna koncepcje funktora i monady w teorii kategorii oraz rozumie ich przydatność w odniesieniu do języków programowania funkcyjnego.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 – Potrafi napisać kod w czysto funkcyjnym języku programowania w celu rozwiązania problemu programistycznego.

PEU\_U02 – Potrafi stosować monady w programowaniu funkcyjnym.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 – Potrafi wyjaśnić działanie kodu napisanego w czysto funkcyjnym języku programowania oraz zaproponować rozwiązania alternatywne do tych napisanych w imperatywnych językach programowania.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe własności paradygmatu programowania funkcyjnego	1
Wy2	Wprowadzenie do Haskellu	2
Wy3	Wprowadzenie do teorii kategorii	2
Wy4	Konstrukcje uniwersalne	2
Wy5	Elementy rachunku lambda, funkcje anonimowe	2
Wy6	Funktory i klasa Functor oraz Foldable w Haskellu	2
Wy7	System typów i klas w Haskellu, typy podstawowe, typy rekurencyjne, definiowanie typów i klas przez użytkownika	3
Wy8	Naturalne transformacje	2
Wy9	Funktor Yonedy, lemat Yonedy	2
Wy10	Monady, operator bind i notacja do	2
Wy11	Zastosowania monad w Haskellu	2
Wy12	Funktory sprzężone	2
Wy13	Kategoria Kleisliego	2
Wy14	Podsumowanie wykładu i kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Proste problemy programistyczne	4
La2	Przykłady kategorii, zasada dualności, specjalne rodzaje obiektów i strzałek	2
La3	Konstrukcje uniwersalne w przykładowych kategoriach	2
La4	Rachunek lambda, funkcje anonimowe	2
La5	Funktory, klasy Functor oraz Foldable w Haskellu	2
La6	System typów i klas w Haskellu, typy zdefiniowane przez użytkownika, drzewa binarne, drzewa o dowolnej liczbie potomków	4
La7	Naturalne transformacje	2
La8	Stosowanie lematu Yonedy	2
La9	Monady, operator bind i notacja do	2
La10	Zastosowanie monad do rozwiązywania problemów programistycznych	6
La11	Funktory sprzężone i kategoria Kleisliego	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Tradycyjny wykład
N2. Prezentacje multimedialne
N3. Rozwiązywanie problemów programistycznych i ćwiczeń z teorii kategorii
N4. Konsultacje
N5. Praca własna studentów

## 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		Kolokwium zaliczeniowe
F2		Ocena terminowości i jakości rozwiązań problemów programistycznych
$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Benjamin C. Pierce, Basic Category Theory for Computer Scientists, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 1991.
- [2] Bryan O'Sullivan, John Goerzen, and Don Stewart, Real World Haskell (1st. ed.), O'Reilly Media, Inc, 2008.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Miran Lipovaca, Learn You a Haskell for Great Good! A Beginner's Guide, No Starch Press, 2011.
- [2] Henk (Hendrik) Barendregt & E. Barendsen, Introduction to lambda calculus, Nieuw archief voor wisenkunde, 4, 337-372, 1984.
- [3] Steve Awodey, Category Theory (2nd. ed.), Oxford University Press, Inc., USA, 2010

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

dr Marcin Michalski, marcin.k.michalski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Kryptografia i bezpieczeństwo komputerowe**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Cryptography and Computer Security**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002122Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH****CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Przedstawianie podstawowych zagrożeń w systemach informacyjnych  
C2. Zapoznanie słuchaczy podstawowych technik ochrony informacji

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

- PEU\_W01 Zna podstawowe zagrożenia w systemach informacyjnych  
PEU\_W02 Zna podstawowe mechanizmy ochrony danych

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Umie stosować mechanizmy ochrony danych  
PEU\_U02 Umie wskazywać zagrożenia w przetwarzaniu danych

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 Potrafi identyfikować zagrożenia bezpieczeństwa w systemach rzeczywistych

**TREŚCI PROGRAMOWE**



<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia kryptografii i bezpieczeństwa informacji. Proste szyfry.	2
Wy2	Funkcje haszujące, integralność informacji	2
Wy3	Kryptografia symetryczna, szyfry blokowe	2
Wy4	Ataki na protokoły kryptografii symetrycznej	2
Wy5	Kryptografia asymetryczna. Algorytm RSA, problem faktoryzacji	2
Wy6	Problem dyskretnego logarytmu. Szyfr ElGamala	2
Wy7	Uwierzytelnianie kryptograficzne i biometryczne	2
Wy8	Protokoły z wiedzą zerową, przekaz nierozróżnialny	2
Wy9	Podpisy cyfrowe – podstawowe konstrukcje	2
Wy10	Podpisy cyfrowe o rozszerzonych funkcjonalnościach	2
Wy11	Dzielenie sekretów, kryptografia grupowa	2
Wy12	Certyfikaty, infrastruktura klucza publicznego	2
Wy13	Znaki wodne	2
Wy14	Techniki ochrony prywatności	2
Wy15	Kryptowaluty	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Analiza prostych protokołów	4
Ćw2	Szyfry blokowe – konstrukcja, analiza, ataki	6
Ćw3	Kryptografia asymetryczna – szyfrowanie	6
Ćw4	Podpisy cyfrowe	6
Ćw5	Infrastruktura klucza publicznego	4
Ćw6	Techniki ochrony prywatności	4
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Tradycyjny wykład N2. Rozwiązywanie zadań N3. Dyskusje nad problemami

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P kolokwium końcowe obejmujące wszystkie efekty uczenia się.		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] Jonathan Katz, Yehuda Lindell, Introduction to modern cryptography (3rd ed.), CRC Press 2020. [2] D. R. Stinson, Maura B. Paterson Cryptography: Theory and Practice (4th ed), CRC Press 2018.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [1] A. Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone Handbook of applied cryptography, CRC Press, 1996
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Projekt programistyczny**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Programming Project**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002123Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania, w zakresie kursu *Programowanie*.
2. Student zna dobrze podstawy programowania obiektowego, w zakresie kursu *Zaawansowane metody programowania*.
3. Student potrafi posługiwać się systemem kontroli wersji git, w zakresie kursu *Zaawansowane metody programowania*.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z metodologiami prowadzenia projektów programistycznych.  
C2 Rozwijanie umiejętności pracy w zespole nad dużym projektem programistycznym.  
C3 Przedstawienie zasad projektowania złożonych projektów programistycznych.  
C4 Realizacja kompletnego produktu w efekcie prowadzonego projektu programistycznego.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 Student zna podstawowe klasyczne i zwinne metodologie prowadzenia projektów programistycznych.  
PEU\_W02 Student zna zasady prowadzenia dokumentacji projektu.  
PEU\_W03 Student zna podstawowe sposoby licencjonowania kodu oraz innych zasobów wykorzystywanych w realizacji projektu.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Student potrafi zaprojektować projekt programistyczny.

PEU\_U02 Student potrafi zrealizować poświęcone mu przez zespół zadania i zintegrować efekty swojej pracy z pracą pozostałych członków zespołu.

PEU\_U03 Student udoskonalił swoje umiejętności programowania dużych aplikacji.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki.

PEU\_K02 Student jest przygotowany do prowadzenia efektywnej komunikacji w środowisku pracy.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Popularne rodzaje aplikacji: desktopowe, mobilne i webowe; Przykładowe sposoby generowania pomysłów; Wizualne narzędzia pomagające sformułować propozycję wartości; Analiza SWOT.	2
Wy2	Wprowadzenie do metodologii zarządzania projektami; Zwinne metodologie zarządzania projektami; Ocena złożoności i rozbijanie zadań.	2
Wy3	Metody szacowania czasu; Metody planowania długoterminowego i krótkoterminowego; Łączenie metodologii zarządzania projektami.	2
Wy4	Diagramy UML; Omówienie architektury typowej aplikacji.	2
Wy5	Tworzenie odgałęzień w repozytoriach projektów; Metodologie pracy bazujące na odgałęzieniach.	2
Wy6	Podstawowe aspekty własności intelektualnej w odniesieniu do kodu programów; Najważniejsze zagadnienia dotyczące danych osobowych; Różnice pomiędzy popularnymi licencjami otwartymi; Kultura projektu.	2
Wy7	Techniki prototypowania; Planowanie kroków do osiągnięcia projektu w wersji MVP.	2
Wy8	Przygotowywanie prezentacji wersji demonstracyjnej projektu; Zarządzanie zmianami w projekcie informatycznym.	2
Wy9	Testy jednostkowe oraz integracyjne; Zarządzanie środowiskiem testów w procesie ciągłej integracji.	2
Wy10	Zasady dobrego dokumentowania projektu: czym różni się dokumentacja w zależności od przeznaczenia.	2
Wy11	Sposoby zapewniania jakości w projekcie programistycznym.	2
Wy12	Metody szukania błędów w dużych projektach informatycznych.	2
Wy13 Wy14	Studium przypadku dużych projektów informatycznych o otwartym modelu rozwoju; Wskazanie obecności omawianych podczas wykładów zagadnień w rzeczywistych i aktywnych projektach.	4
Wy15	Podsumowanie wykładu.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Podział studentów na grupy projektowe; Opracowanie pierwszego pomysłu na projekt przez każdą z grup; Zakładanie kont i nadawanie uprawnień na wybranym portalu dostarczającym narzędzi zarządzania projektem.	2
Ćw2	Przygotowanie pierwszego podziału pomysłu na zadania; Ćwiczenia z oceny złożoności zadań.	2
Ćw3	Opracowywanie planu projektu; Przygotowywanie pierwszej wersji dokumentacji projektu.	2

Ćw4	Prezentacje pomysłów i planów na projekt.	2
Ćw5	Ćwiczenia pracy z odgałęzzeniami w systemie kontroli wersji.	2
Ćw6	Przegląd i analiza licencji wybranych bibliotek, narzędzi oraz zasobów; Omówienie możliwych modeli licencyjnych dla kodu projektu.	2
Ćw7	Przygotowywanie planu kroków pozostałych do osiągnięcia poziomu MVP projektu.	2
Ćw8	Prezentacje pierwszych prototypów projektu.	2
Ćw9	Przygotowywanie testów jednostkowych oraz środowiska ciągłej integracji.	2
Ćw10	Przygotowywanie dokumentacji API oraz dokumentacji użytkownika projektu informatycznego.	2
Ćw11	Wdrożenie wybranych metod zapewnienia jakości w projekcie programistycznym.	2
Ćw12	Ćwiczenia z wyszukiwania i usuwania błędów w przykładowych aplikacjach; Narzędzia wspomagające lokalizację regresji w kodzie.	2
Ćw13 Ćw14	Prezentacja postępów w pracy nad projektami; Zajęcia poświęcone na pomoc w rozwiązywaniu najważniejszych problemów uniemożliwiających zakończenie projektu.	4
Ćw15	Prezentacja projektów; Podsumowanie ćwiczeń.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny.  
N2. Projekt programistyczny.  
N3. Praca podczas ćwiczeń.  
N4. Konsultacje.  
N5. Praca własna studentów.

#### 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_K01, PEU_K02	Prezentacja pomysłu i planu na projekt podczas ćwiczeń 4 (ocena grupowa).
F2	PEU_U02, PEU_U03 PEU_K01	Prezentacja prototypu projektu podczas ćwiczeń 8 (ocena grupowa).
F3	PEU_W02, PEU_W03 PEU_U02, PEU_U03 PEU_K01, PEU_K02	Prezentacja projektu podczas ćwiczeń 15 (ocena grupowa).
F4	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U02, PEU_U03 PEU_K01, PEU_K02	Ocena wkładu własnego w projekt na podstawie aktywności podczas semestru zarejestrowanej w systemie kontroli wersji (ocena indywidualna).
$P = 0,2 * F1 + 0,2 * F2 + 0,4 * F3 + 0,2 * F4$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Robert C. Martin, „Clean Agile: Back to Basics”, Pearson 2019, 1 wydanie.
- [2] Paul Clements i in., „Documenting Software Architectures: Views and Beyond”, Addison-Wesley Professional 2010, 2 wydanie.
- [3] Scott Chacon, Ben Straub, „Pro Git”, Apress 2014, 2 wydanie.
- [4] Jeffrey Nickoloff, Stephen Kuenzli, „Docker in Action”, Manning Publications 2019, 2 wydanie.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jason Fried, David Heinemeier Hansson, „ReWork”, Currency 2010, 1 wydanie.
- [2] Lawrence Rosen, „Open Source Licensing: Software Freedom and Intellectual Property Law”, Pearson 2004, wydanie 1.
- [3] Michael T. Nygard, „Release It!”, Pragmatic Bookshelf 2018, 2 wydanie.

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

dr inż. Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Projektowanie i implementacja aplikacji webowych**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Design and Implementation of Web Applications**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002124WI**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Umiejętność programowania w języku Python.
2. Podstawowa znajomość HTML, CSS oraz języka Javascript.
3. Podstawowa umiejętność korzystania z narzędzi do tworzenia oprogramowania (IDE) oraz do wersjonowania kodu (GIT/GitHub).

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie umiejętności tworzenia aplikacji webowych typu SPA (Single Page Application) z wykorzystaniem frameworka Angular oraz biblioteki reaktywnej RxJS.
- C2 Nabycie umiejętności pozwalających tworzenia komponentów serwerowych oraz interfejsów typu REST.
- C3 Nabycie umiejętności definiowania architektury aplikacji webowej.
- C4 Nabycie umiejętności zaawansowanego programowania w językach Javascript oraz Typescript.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 Zna zasadę działania aplikacji webowej klasy SPA (Single Page Application).
- PEU\_W02 Potrafi określić wymagania, które musi spełniać interfejs typu REST.
- PEU\_W03 Zna podstawowe elementy konstrukcyjne frameworka Angular takie jak komponent, serwis, router.

PEU\_W04 Rozumie system typów języka Typescript oraz podstawowe elementy składniowe tego języka.

PEU\_W05 Rozumie podstawowe elementy biblioteki programowania reaktywnego RxJS.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi zbudować aplikację serwerową realizującą interfejs REST z wykorzystaniem języka Python.

PEU\_U02 Potrafi składować i odczytywać dane z wykorzystaniem bazy danych.

PEU\_U03 Potrafi zbudować aplikację z wykorzystaniem frameworka Angular oraz zintegrować ją z aplikacją serwerową.

PEU\_U04 Potrafi wersjonować kod oraz używać integracji ciągłej z wykorzystaniem ogólnodostępnych usług: GitHub oraz CircleCI.

PEU\_U05 Potrafi napisać automatyczne testy jednostkowe dla frontendu i backendu.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do tematyki przedmiotu. Standardy HTML5 oraz CSS3.	2
Wy2	Język Javascript: podstawy, elementy zaawansowane, standardy ECMA.	2
Wy3	Język Typescript: różnice między Javascriptem i Typescriptem, system typów, rozszerzenia obiektowe i funkcyjne.	2
Wy4	Wprowadzenie do frameworku Angular: architektura komponentowa, serwisy, moduły, routing.	2
Wy5	Zaawansowane elementy frameworka Angular. Programowanie reaktywne z wykorzystaniem biblioteki RxJS.	2
Wy6	Prezentacja SCSS – rozszerzenia języka CSS.	2
Wy7	Architektura aplikacji webowych: zależność między frontendem i backendem, składowanie danych, skalowalność, modelowanie złożonych systemów.	2
Wy8	Tworzenie komponentów serwerowych w języku Python.	2
Wy9	Zasady tworzenia interfejsów typu REST.	2
Wy10	Integracja Angulara z interfejsem typu REST z wykorzystaniem narzędzia HttpClient.	2
Wy11	Przegląd mechanizmów składowania danych.	2
Wy12	Zasady testowania jednostkowego (backend)	2
Wy13	Zasady testowania jednostkowego w środowisku Angular/Karma/Jasmine.	2
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy15	Kolokwium poprawkowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne.	2
La2	Praca z systemem kontroli wersji oraz integracji ciągłej (Lista zadań La2).	2
La3	Zasady tworzenia dokumentów HTML oraz stylowania z wykorzystaniem arkuszy styli CSS.	2
La4	Programowanie w języku Javascript (Lista zadań La3 + La4).	2
La5	Podstawy pracy z frameworkiem Angular. Środowisko developerskie.	2
La6	Architektura komponentowa. Zasady komunikacji międzykomponentowej.	2
La7	Serwisy. Routing. Testowanie.	2
La8	Lista zadań La5 + La6 + La7	2

La9	Tworzenie komponentów serwerowych w języku Python.	2
La10	Projektowanie interfejsów REST. Integracja backendu i frontendu.	2
La11	Mechanizmy składowania danych.	2
La12	Integracja mechanizmów składowania danych w języku Python.	2
La13	Testowanie kodu backendowego.	2
La14	Lista zadań La9 + La10 + La11 + La12 + La13	2
La15	Podsumowanie zagadnień. Termin rezerwowo zaliczeń.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny wspierany prezentacjami multimedialnymi.
- N2. Gotowy szablon projektu oraz narzędzia służące do rozbudowy aplikacji implementowanej przez uczestników kursu.
- N3. Infrastruktura wspomagająca realizację zadań projektowych (wersjonowane repozytorium kodu)
- N4. Strona przedmiotu używana do publikacji materiałów dydaktycznych, ogłoszeń, linków.
- N5. Możliwość konsultacji z doświadczonymi specjalistami.

### 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_U04	Ocena poprawności wykonania zadań. Skala tradycyjna.
F2	PEU_U03	Ocena poprawności wykonania zadań. Skala tradycyjna.
F3	PEU_U03, PEU_U05	Ocena poprawności wykonania zadań. Skala tradycyjna.
F4	PEU_U01, PEU_U02 PEU_U05	Ocena poprawności wykonania zadań. Skala tradycyjna.
P1	PEU_U01, PEU_U02 PEU_U03, PEU_U04 PEU_U05	Średnia ocen z list zadań 1..4
P2	PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_W04 PEU_W05	Pisemne kolokwium, z którego przyznawana jest ocena pozytywna, jeżeli student zdobędzie przynajmniej 50% maksymalnej liczby punktów.
<b>P = P1+P2</b>		



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Douglas Crockford: JavaScript: The Good Parts, O'Reilly Media
- [2] <https://angular.io/docs>
- [3] <https://rxjs.dev/>
- [4] Robert C. Martin: Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design
- [5] <https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/mongodbmongod>

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Stoyan Stefanov: JavaScript Patterns, O'Reilly Media
- [2] <https://rxmarbles.com/>
- [3] <https://www.fullstackpython.com/web-development.html>

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

Komisja Programu Kierunku Matematyka

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Uczenie maszynowe**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Machine learning**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002125W1**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**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 nienadzorowanym
- 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

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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	Regresja logistyczna, Ridge, Lasso, LDA, QDA	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	Splotowe sieci neuronowe, rekurencyjne sieci neuronowe	2
Wy14	Rekurencyjne sieci neuronowe (c.d.), word embeddings	2
Wy15	Sprawdzian	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Zajęcia wprowadzające, omówienie zadań, warunków zaliczenia.	2
Lab2	Zapoznanie się z wybranymi środowiskami (R, Python + numpy)	2
Lab3	Ćwiczenie 1: porównanie wybranych metod klasyfikacji	2
Lab4	Ćw. 1., kontynuacja	2
Lab5	Ćw. 1., oddawanie ćwiczenia	2
Lab6	Ćwiczenie 2: prosta sieć neuronowa	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: SVM, klasteryzacja lub bardziej zaawansowane sieci neuronowe (do wyboru).	2
Lab13	Ćw. 4., kontynuacja	2

Lab14	Ćw. 4., oddawanie ćwiczenia	2
Lab15	Podsumowanie zajęć, oddawanie zaległych ćwiczeń	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

#### **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	PEK_U01 – PEK_U03	Ocena wynikająca z sumy zdobytych punktów za poszczególne ćwiczenia

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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.
- [3] „An Introduction to Statistical Learning with Applications in R”. Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani. Springer, 2017.

##### **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
- [4] „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

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

dr hab. Bartłomiej Dyda, bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MATEMATYKI  
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wykład monograficzny informatyka**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Computer Science Monographic Lecture**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność: **Matematyka informatyczna**  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**  
Kod przedmiotu: **INT002126Wc**  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>30</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>150</b>				
Forma zaliczenia	<b>zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	<b>2</b>				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	<b>3</b>				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość materiału obejmującego kursy:

1. Algorytmy i struktury danych
2. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa
3. Programowanie

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie słuchaczy z wybranym, aktualnym i zaawansowanym działem współczesnej informatyki

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy student**

PEU\_W01 Posiada wiedzę z wybranego, zaawansowanego działu współczesnej informatyki.

**Z zakresu umiejętności student**

PEU\_U01 W zależności od przyjętej tematyki kursu

**Z zakresu kompetencji społecznych student**

PEU\_K01 W zależności od przyjętej tematyki kursu

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1 – Wy15	Zaawansowane zagadnienia wybranego działu informatyki	30
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1- Lab15	Praktyczne aspekty opisywanych na wykładzie technik	30
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1. Tradycyjny wykład	
N2. Dyskusja nad problemami	

#### **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
P Kolokwium zaliczeniowe obejmujące cały materiał		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
LITERATURA ZOSTANIE PODANA NA POCZĄTKU KURSU	
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>	
Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski Marek.Klonowski@pwr.edu.pl	