

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: **MATEMATYKI**

KIERUNEK STUDIÓW: **MATEMATYKA**

Przyporządkowany do dyscypliny: **matematyka**

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

FORMA STUDIÓW: **stacjonarna**

PROFIL: **ogólnoakademicki**

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: **polski**

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

Zawartość:

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

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: MATEMATYKI

Kierunek studiów: MATEMATYKA

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”

..._inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

K1MAT_W1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K1MAT_U1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K1MAT_K1, ... - efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

Kierunkowe efekty uczenia się

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Matematyka (MAT) Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającą uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K1MAT_W01	Definiuje pojęcia rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych, formułuje twierdzenia wskazujące związki między nimi i identyfikuje zaawansowane metody obliczeniowe wykorzystywane w jego zastosowaniach.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W02	Charakteryzuje pojęcia i objaśnia zaawansowane zależności występujące między nimi w zakresie algebry liniowej, opisuje rolę m.in. przestrzeni liniowej, macierzy, wektorów i wartości własnych w modelach matematycznych i ich zastosowaniach.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W03	Wymienia pojęcia i objaśnia zaawansowane zależności między nimi w zakresie logiki, teorii mnogości i matematyki dyskretnej, wyjaśnia rolę i znaczenie konstrukcji oraz rozumowań matematycznych.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W04	Identyfikuje pojęcia topologii metrycznej i omawia zaawansowane zależności między nimi, wymienia zastosowania metod topologicznych w innych dziedzinach matematyki	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W05	Definiuje pojęcia rachunku prawdopodobieństwa i wyjaśnia zaawansowane zależności między nimi, w szczególności identyfikuje twierdzenia o zbieżnościach i wskazuje ich znaczenie w modelowaniu zjawisk zachodzących w przyrodzie.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W06	Definiuje pojęcia funkcji mierzalnej, miary i całki Lebesgue'a i wyjaśnia zaawansowane relacje między nimi.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W07	Objaśnia zastosowania i znaczenie zagadnień programowania liniowego i identyfikuje ich zastosowania w innych dziedzinach matematyki i techniki.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż

K1MAT_W08	Objaśnia pojęcia statystyki matematycznej, identyfikuje metody estymacji i kryteria oceny estymatorów, wyjaśnia pojęcia związane z testowaniem hipotez statystycznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W09	Wymienia i objaśnia metody eksploracji danych, w szczególności metody klasyfikacji, redukcji wymiaru, analizy skupień, odkrywania reguł asocjacyjnych oraz oceny jakości klasyfikacji i analizy skupień.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W10	Identyfikuje pojęcia funkcji holomorficznej i analitycznej oraz szeregu potęgowego oraz wymienia twierdzenia charakteryzujące ich własności.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W11	Formułuje twierdzenia i wymienia metody teorii równań różniczkowych zwyczajnych i ich zastosowania do rozwiązywania zaawansowanych problemów praktycznych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W12	Identyfikuje pojęcia i twierdzenia z zakresu sztucznej inteligencji, w szczególności omawia metody reprezentacji i przetwarzania wiedzy.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W13	Identyfikuje i objaśnia zaawansowane metody uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego, oraz sposoby przygotowania danych do zadań indukcyjnego uczenia.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W14	Objaśnia pojęcie procesu stochastycznego, charakteryzuje rodzaje procesów stochastycznych i ich własności oraz podaje przykłady zastosowania teorii do rozwiązywania problemów inżynierskich związanych z modelowaniem zjawisk losowych.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W15	Definiuje pojęcia przestrzeni Banacha i przestrzeni Hilberta, wyjaśnia definicje i własności operatorów liniowych na tych przestrzeniach, charakteryzuje przestrzenie dualne i rodzaje zbieżności.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W16	Zna techniki obliczeń kwantowych	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W17	Zna typy architektury, mechanizmy działania i algorytmy uczenia sieci neuronowych	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W18	Wymienia zaawansowane metody sieci neuronowych, definiuje sieci wstępnie wyuczone i sieci z mechanizmem uwagi oraz sieci Hopfielda i Boltzmanna.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W19	Definiuje pojęcia oraz w zaawansowany sposób tłumaczy związki między nimi w obrębie wybranej dziedziny matematyki lub informatyki.	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W20	Zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny matematyki z innymi działami matematyki oraz podstawami modelowania matematycznego	P6U_W	P6S_WG	
K1MAT_W21	Charakteryzuje technologie i narzędzia programowania.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W22	Wymienia i objaśnia architekturę systemów baz danych oraz metody i narzędzia gromadzenia, przetwarzania i wyszukiwania informacji oraz wydobywania wiedzy z baz danych.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W23	Identyfikuje i objaśnia zagadnienia w obrębie wybranych działów fizyki.	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W24	Definiuje pojęcie plagiatu i wyjaśnia znaczenie uczciwości intelektualnej.	P6U_W	P6S_WK	
K1MAT_W25	Opisuje cywilizacyjne znaczenie matematyki i jej zastosowań.	P6U_W	P6S_WG	

K1MAT_W26	Identyfikuje zagadnienia związane z prowadzeniem działalności gospodarczej; omawia ogólne zasady tworzenia i rozwoju różnych form indywidualnej przedsiębiorczości.	P6U_W	P6S_WK	P6S_WK_inż
K1MAT_W27	Wskazuje techniki informatyczne wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia	P6U_W	P6S_WG	P6S_WG_inż
K1MAT_W28	Wymienia zasady bezpieczeństwa i higieny pracy matematyka	P6U_W	P6S_WK	
K1MAT_W29	Omawia uwarunkowania prawne i etyczne działalności inżyniera matematyka	P6U_W	P6S_WK	
K1MAT_W30	Wymienia zagadnienia z zakresu nauk humanistycznych niezbędne do rozumienia fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji	P6U_W	P6S_WK	
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K1MAT_U01	Analizuje i rozwiązuje zadania problemowe przy użyciu pojęć i narzędzi rachunku różniczkowego i całkowego, w tym modeluje, analizuje i rozwiązuje problemy praktyczne.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAD_U02	Przeprowadza analizę funkcji wielu zmiennych, stosuje pojęcie całki wielokrotnej, wykorzystuje rachunek różniczkowo-całkowy funkcji wielu zmiennych do modelowania i wyznaczania wartości optymalnych dla wielowymiarowych zagadnień praktycznych.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U03	Używa pojęć i narzędzi algebry do rozwiązywania złożonych problemów matematycznych; wyodrębnia obecność głównych struktur algebraicznych w różnych działach matematyki i informatyki	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U04	Przedstawia w klarowny sposób poprawne rozumowania matematyczne, formułuje twierdzenia i definicje, posługuje się rachunkiem zdań i kwantyfikatorów oraz językiem teorii mnogości, indukcją matematyczną i rekurencją.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U05	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_U06	Potrafi zastosować pojęcia i twierdzenia z teorii miary i rachunku prawdopodobieństwa, w tym do modelowania zjawisk losowych potrzebnego przy rozwiązywaniu problemów inżynierskich.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U07	Posługuje się pojęciem zmiennej losowej i jej rozkładu oraz analizuje i wykorzystuje twierdzenia graniczne rachunku prawdopodobieństwa do rozwiązywania zaawansowanych problemów praktycznych.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U08	Dowodzi i uzasadnia własności funkcji mierzalnych, miar i całki Lebesgue'a, stosuje twierdzenia o zbieżności ograniczonej i monotonicznej, twierdzenia o zamianie kolejności całkowania.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U09	Konstruuje optymalne, względem różnych kryteriów, estymatory.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U10	Konstruuje testy statystyczne i je przeprowadza, formułuje wnioski z przeprowadzonej analizy.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż

K1MAT_U11	Dobiera metody umożliwiające realizację określonego zadania eksploracji danych oraz weryfikuje własności stosowanych metod eksploracji danych.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U12	Stosuje pojęcia i narzędzia analizy zespolonej.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U13	Stosuje metody teorii równań różniczkowych zwyczajnych do rozwiązywania nietypowych problemów inżynierskich.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U14	Przygotowuje dane do zadania indukcyjnego uczenia oraz właściwie analizuje wyniki indukcyjnego uczenia.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U15	Pisze programy komputerowe z użyciem algorytmów sztucznej inteligencji; potrafi rozpoznawać problem kombinatorycznej eksplozji w problemach algorytmicznych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U16	Konstruuje sieć neuronową adekwatną do danego zadania i analizuje osiągnięte rezultaty.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U17	Stosuje statystyczne metody ewaluacji sieci neuronowych; potrafi używać sieci neuronowych wstępnie wyuczonych, oraz sieci z mechanizmem uwagi;	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U18	Bada własności procesów stochastycznych, tworzy modele stochastyczne .	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U19	Wykorzystuje własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta w różnych zagadnieniach matematycznych i fizycznych.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U20	Tworzy podstawowe programy kwantowe.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U21	Potrafi zastosować w praktyce wybrane technologie i narzędzia programistyczne	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U22	Układa i analizuje algorytm zgodny ze specyfikacją i zapisuje go w wybranym języku programowania.	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U23	Formułuje optymalne zapytania do baz danych oraz tworzy raporty oparte o bazy danych	P6U_U	P6S_UW	P6S_UW_inż
K1MAT_U24	Rozwiązuje zadania z zakresu mechaniki Newtona i szczególnej teorii względności, mechaniki Lagrange'a i Hamiltona, hydrodynamiki, elektrodynamiki i fizyki statystycznej	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U25	Potrafi zastosować metody z wybranej dziedziny matematyki lub informatyki do rozwiązywania typowych problemów z danej dziedziny.	P6U_U	P6S_UW	
K1MAT_U26	Posługuje się co najmniej jednym językiem obcym na poziomie średniozaawansowanym (B2)	P6U_U	P6S_UK	
K1MAT_U27	Mówi o zagadnieniach matematycznych zrozumiałym, potocznym językiem	P6U_U	P6S_UK	
K1MAT_U28	Planuje i pisze opracowanie na zadany temat w języku polskim i angielskim.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK	
K1MAT_U29	Wygłasza prezentację na zadany temat w języku polskim i angielskim.	P6U_U	P6S_UK	
K1MAT_U30	Konstruuje biznesplan nowego przedsiębiorstwa.	P6U_U	P6S_UK	P6S_UK_inż
K1MAT_U31	Planuje i organizuje pracę indywidualną oraz w zespole.	P6U_U	P6S_UO	
K1MAT_U32	Samodzielnie korzysta z literatury fachowej.	P6U_U	P6S_UU	

KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)

K1MAT_K01	Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K02	Ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz uznaje konieczność zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemów.	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K03	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera matematyka.	P6U_K	P6S_KK, P6S_KR	
K1MAT_K04	Rozumie potrzebę poznawania innych dziedzin nauki, także w zakresie przedmiotów humanistycznych i społecznych.	P6U_K	P6S_KK	
K1MAT_K05	Rozumie znaczenie matematyki dla społeczeństwa; jest gotów do inicjowania działań na rzecz interesu publicznego	P6U_K	P6S_KO	
K1MAT_K06	Rozumie rolę innowacyjności i kreatywności w wykonywaniu zadań; jest gotów działać w sposób przedsiębiorczy.	P6U_K	P6S_KO, P6S_KR	
K1MAT_K07	Dbą o zachowanie sprawności fizycznej przydatnej w pracy zawodowej.	P6U_K	P6S_KR	
K1MAT_K08	Rozumie potrzebę respektowania uwarunkowań etycznych, kulturowych i socjologicznych w działalności zawodowej inżyniera matematyka.	P6U_K	P6S_KR	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów: MATEMATYKA	Profil: ogólnouczelniany
Poziom studiów: studia pierwszego stopnia (inżynierskie)	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów: 7</i>	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie: 210</i>
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć: 2424</i>	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</i> Podstawą decyzji o przyjęciu na studia jest wskaźnik rekrutacyjny. O jego wartości decydują wybrane wyniki egzaminu maturalnego i jest obliczany zgodnie z uchwalonymi przez Senat zasadami przyjęć kandydatów. Wartość progowa wskaźnika rekrutacyjnego ustalana jest w zależności od liczby kandydatów.
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i> Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku matematyka absolwent otrzymuje tytuł zawodowy inżyniera , potwierdzony dyplomem ukończenia studiów wyższych pierwszego stopnia wydanym przez Politechnikę Wrocławską.	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</i> Absolwent kierunku Matematyka <ol style="list-style-type: none"> 1. posiada gruntowną wiedzę z podstawowych działów matematyki; 2. posiada szeroką wiedzę z zakresu zastosowań matematyki; 3. posiada wiedzę z zakresu nowoczesnych metod analizy danych i uczenia maszynowego; 4. posiada wiedzę z zakresu programowania, innych narzędzi informatycznych i podstaw sztucznej inteligencji;

	<p>5. potrafi wykorzystywać narzędzia informatyczne i pakiety statystyczne do rozwiązywania problemów matematycznych i statystycznych;</p> <p>6. posiada umiejętność logicznego myślenia i przeprowadzania poprawnych rozumowań matematycznych;</p> <p>7. posiada umiejętność przeprowadzenia złożonych obliczeń i wykorzystywania w tym celu narzędzi informatycznych;</p> <p>8. posiada umiejętność formułowania konkretnych problemów w postaci symbolicznej i konstruowania dla nich modeli matematycznych;</p> <p>9. posiada umiejętność analizy danych statystycznych, wyciągania wniosków oraz formułowania hipotez;</p> <p>10. posiada umiejętność pogłębiania wiedzy w zakresie matematyki i analizy danych statystycznych;</p> <p>11. zna język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umie posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu matematyki.</p> <p>Absolwenci kierunku Matematyka mają możliwość zatrudnienia jako: matematyk, statystyk, analityk finansowy, analityk ryzyka w bankach, firmach ubezpieczeniowych, firmach zajmujących się gromadzeniem, przetwarzaniem i analizą danych, takich jak ośrodki badania opinii społecznej, firmy marketingowe i reklamowe, firmy świadczące usługi medyczne, firmy windykacyjne, jako programista w firmach informatycznych, oraz jako pracownik naukowy w jednostkach prowadzących badania naukowe.</p>
<p><i>1.7</i> <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i></p> <p>Studia II stopnia, studia podyplomowe.</p>	<p><i>1.8</i> <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p>Program studiów jest zgodny ze strategią Uczelni, w szczególności w kontekście kształcenia poszukiwanych na rynku pracy specjalistów posiadających z jednej strony szeroką wiedzę z zakresu podstaw matematyki, którzy równocześnie posiadają szereg praktycznych umiejętności inżynierskich związanych z programowaniem, modelowaniem i analizą. Kształcenie na kierunku Matematyka wpisuje się w koncepcję kształcenia nowoczesnych inżynierów.</p>

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:

$$\mathbf{W \text{ (wiedza) = 30 , U (umiejętności) = 32, K (kompetencje) = 8 , W + U + K = 70}}$$

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

NIE DOTYCZY (kierunek przypisany jest tylko do jednej dyscypliny)

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

NIE DOTYCZY (kierunek przypisany jest tylko do jednej dyscypliny)

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

199 punktów ECTS (94,76% całkowitej liczby punktów)

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

NIE DOTYCZY

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

Współczesny rynek pracy poszukuje dobrze przygotowanych specjalistów, którzy precyzyjnymi matematycznymi metodami przeprowadzić mogą analizę zjawisk fizycznych, przyrodniczych, społecznych, demograficznych oraz ekonomicznych. Absolwenci specjalności Matematyka Ogólna będą przygotowani do pracy naukowo-dydaktycznej oraz do stosowania metod matematycznych do modelowania i analizy zjawisk fizycznych, przyrodniczych, demograficznych i ekonomicznych. Absolwenci specjalności Uczenie maszynowe i inżynieria danych będą przygotowani do statystycznej kontroli jakości, analizy niezawodności systemów, statystycznej analizy danych, planowania doświadczeń w biologii, rolnictwie, geologii, ochronie środowiska, statystycznej prognozy produkcji, statystycznej prognozy opcji finansowych, statystycznej analizy ryzyka oraz analizy danych ankietowych. Absolwenci specjalności Matematyka Informatyczna będą przygotowani do wykorzystania zdobytej wiedzy matematycznej do pracy przy najbardziej ambitnych projektach z branży IT w zakresie projektowania i implementacji rozwiązań informatycznych.

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

106,7 punktów ECTS (50,81% całkowitej liczby punktów)

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	5
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	11
Łączna liczba punktów ECTS	16

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	59
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	40
Łączna liczba punktów ECTS	99 (47,14%)

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

14 punktów ECTS

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

76 punktów ECTS (36,19%)

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Kierunkowe efekty uczenia się student uzyskuje poprzez realizację poszczególnych przedmiotów przypisanych do tychże efektów w poniższych tabelach. Studenci realizują przedmioty według kolejności opisanej w Planie studiów. W załączonych kartach przedmiotów zamieszczono przedmiotowe efekty uczenia się, które stanowią merytoryczne uszczegółowienie przypisanych efektów kierunkowych. Efekty przedmiotowe uzyskiwane są przez studenta poprzez uczestnictwo w zajęciach zorganizowanych obejmujących wykłady, ćwiczenia, laboratoria, seminaria,

jak również poprzez realizację projektów i pracę samodzielną w domu. W trakcie realizacji przedmiotu studenci mają możliwość zapoznania się z treściami programowymi opisanymi szczegółowo w kartach przedmiotów, które to treści odnoszą się do przedmiotowych efektów uczenia się, a tym samym ich opanowanie pozwala osiągnąć efekty kierunkowe. W kartach przedmiotów wskazano także prerekwizyty, które są wymagane w kontekście przystąpienia studenta do realizacji danego przedmiotu. Weryfikacja uzyskania efektów uczenia się odbywa się przede wszystkim w ramach realizowanych przedmiotów poprzez kolokwia, egzaminy, kartkówki, odpowiedzi ustne oraz ocenę pracy studenta na zajęciach. W drugiej kolejności weryfikacja odbywa się poprzez kontrolę osiągnięć studenta w kolejnych semestrach studiów, do której to kontroli wykorzystywane są zdobyte punkty ECTS i wskazane w niniejszym programie dopuszczalne ich deficyty. Trzecim poziomem weryfikacji osiągnięcia kierunkowych efektów uczenia się jest egzamin dyplomowy.

Ważnym aspektem odnoszącym się do uzyskiwania efektów uczenia się jest mechanizm wybieralności. Student podejmuje decyzje odnośnie wyboru przedmiotów z oferty przedmiotów wybieralnych na dwa sposoby. Pierwszy z nich obejmuje wybór przedmiotu z bloku wybieralnego (bloki Informatyka 1, Informatyka 2, MAT1 i MAT2), zgodnie z wytycznymi opisanymi w niniejszym programie, który jest dokonywany w momencie rejestracji studenta na zajęcia. Drugi mechanizm wyboru odbywa się przez wyboru jednego z trzech modułów uwzględniających specyfikę kształcenia w zakresie kierunku Matematyka. Trzy oferowane moduły specjalnościowe (zwane dalej specjalnościami) to **Matematyka Ogólna (MO)**, **Uczenie Maszynowe i Inżynieria Danych (UMID)**, **Matematyka Informatyczna (MIF)**. Student, w wyznaczonym przez Dziekana na początku czwartego semestru terminie, składa w trakcie tego semestru pisemną deklarację chęci wyboru specjalności wskazując specjalność pierwszego i drugiego wyboru. Dziekan ustala limity górne i/lub dolne liczby osób na danej specjalności w danym roku akademickim. Dziekan dokonuje przypisania studentów do specjalności biorąc pod uwagę w kolejności następujące czynniki: ustalone limity osób na specjalnościach, deklaracje studentów dotyczące wyboru specjalności, średnie ocen studentów z 3 semestrów studiów. Na pisemny wniosek studenta Dziekan może podjąć decyzję o przeniesieniu studenta na inną specjalność po 5. semestrze studiów. Po wyborze modułu specjalnościowego student realizuje przedmioty wybieralne w obrębie bloków przypisanych do jego specjalności.

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 GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodz aj ⁷
1		Wstęp do programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_U31 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	KO
Razem:			2	0	2	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

4.1.1.2 Blok Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodz aj ⁷
1		Podstawy przedsiębiorczości	2	0	0	0	0	K1MAT_W26 K1MAT_U30 K1MAT_U31 K1MAT_K03 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K06 K1MAT_K08	30	50	2	2	1,3	T	Z	-	DN		KO
Razem:			2	0	0	0	0		30	50	2	2	1,3					0	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Razem dla bloków kształcenia ogólnego

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	0	2	0	0	90	175	7	7	3,9

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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. o ⁶	rodz aj ⁷
1	FZP005001Wc	Podstawy fizyki klasycznej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W23 K1MAT_U24 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	PD
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,8						

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
2	2	0	0	0	60	125	5	5	2,8

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

L p	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza Matematyczna 1 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_W01 K1MAT_U01 K1MAT_K01	120	250	10	10	5,2	T	E(w)	-	DN	P(5)	K
2		Algebra 1 (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W02 K1MAT_U03 K1MAT_K01 K1MAT_K08	75	175	7	7	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Wstęp do Logiki i Teorii Mnogości (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W03 K1MAT_U04 K1MAT_K01	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
4		Analiza Matematyczna 2 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_W01 K1MAT_U02 K1MAT_K01 K1MAT_K02	120	225	9	9	5,2	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
5		Algebra 2 (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W02 K1MAT_U03 K1MAT_K01	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
6		Topologia metryczna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W04 K1MAT_U05 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
7		Teoria Miary (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W06 K1MAT_U08 K1MAT_K01	75	210	7	7	2,8	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
8		Rachunek prawdopodobieństwa (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W05 K1MAT_U06 K1MAT_U07 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	210	7	7	2,8	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
9		Bazy danych (GK)	1	0	2	0	0	K1MAT_W22 K1MAT_U23 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K05	45	125	5	5	2	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
10		Programowanie liniowe i optymalizacja (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W07 K1MAT_U25 K1MAT_K01	45	100	4	4	2	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
11		Statystyka matematyczna (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W08 K1MAT_U06 K1MAT_U07 K1MAT_U09 K1MAT_U10 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	175	7	7	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

12		Eksploatacja danych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W09 K1MAT_U11 K1MAT_U21 K1MAT_U32 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
13		Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W11 K1MAT_U13 K1MAT_K02 K1MAT_K05	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
14		Funkcje zespolone (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W10 K1MAT_U12 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
15		Sztuczna inteligencja (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W12 K1MAT_W27 K1MAT_U15 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
16		Uczenie maszynowe (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W13 K1MAT_W17 K1MAT_U14 K1MAT_U16	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
17		Wstęp do procesów stochastycznych (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W14 K1MAT_W20 K1MAT_U18 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
18		Analiza funkcjonalna (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W15 K1MAT_U19 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
19		Sieci neuronowe (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W17 K1MAT_W18 K1MAT_U16 K1MAT_U17 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
20		Obliczenia kwantowe (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W16 K1MAT_U20 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
21		Konwersatorium matematyki współczesnej	2	0	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_W25 K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	50	2	2	1,3	T	Z	-	DN		K
Razem:			53	34	9	0	0		1440	3120	122	122	63,1					55	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
53	34	9	0	0	1440	3120	122	122	63,1

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 9 punktów ECTS):*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Nauki humanistyczno-menedżerskie 1	2	0	0	0	0	K1MAT_W30, K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
2		Nauki humanistyczno-menedżerskie 2	2	0	0	0	0	K1MAT_W30 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
3		Nauki humanistyczno-menedżerskie 3	2	0	0	0	0	K1MAT_W30 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
Razem:			6	0	0	0	0		90	225	9	9	3,9					0	

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 ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1	0	4	0	0	0	K1MAT_U26 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_K02	60	60	2		2	T	Z	O		P(2)	KO
2		Język obcy B2.2/C1.2	0	4	0	0	0	K1MAT_U26 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_K02	60	90	3		2	T	Z	O		P(3)	KO
Razem:			0	8	0	0	0		120	150	5	0	4					5	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Zajęcia sportowe 1	0	2	0	0	0	K1MAT_K07	30	30	0		0	T	Z	O			KO
2		Zajęcia sportowe 2	0	2	0	0	0	K1MAT_K07	30	30	0		0	T	Z	O			KO
Razem:			0	4	0	0	0		60	60	0	0	0					0	

Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
6	1	0	0	0	270	435	14	9	7,9

4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.2.2.1 Blok Informatyka 1 (min. 5 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu):

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		Z Z U	CNP S	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Programowanie (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
2		Zaawansowane metody programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
Razem:			2	0	2	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.2.2 Blok Informatyka 2 (min. 6 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu):

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		Z Z U	CNP S	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Wprowadzenie do pakietu R (GK)	2	0	2	0	0	KIMAT_W21 KIMAT_W27 KIMAT_U21 KIMAT_U22 KIMAT_U25 KIMAT_K02 KIMAT_K05	60	150	6	6	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	PD
2		Algorytmy i struktury danych (GK)	2	1	1	0	0	KIMAT_W21 KIMAT_W27 KIMAT_U21 KIMAT_U22 KIMAT_U25 KIMAT_K02 KIMAT_K05	60	150	6	6	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	PD
Razem:			2	2	0	0		60	150	6	6	2,6					3		

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin				Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+l	p	s					
4	4	0	0	120	275	11	11	5,2

4.2.3 Lista bloków kierunkowych

4.2.3.1 Blok kursów wybieralnych MAT1 (min. 5 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Teoretyczne podstawy informatyki i elementy logiki (GK)	2	2	0	0	0	KIMAT_W19 KIMAT_U25 KIMAT_U31 KIMAT_U32 KIMAT_K01 KIMAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

2		Wstęp do układów dynamicznych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

4.2.3.2 Blok kursów wybieralnych MAT2 (min. 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 ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Projekt tematyczny	0	0	0	3,3	0	K1MAT_W24 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K06 K1MAT_K08	50	240	8	8	1,7	T	Z	-	DN	P(8)	K
2		Seminarium	0	0	0	0	1,3	K1MAT_U29 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02	20	60	2	2	0,7	T	Z	-	DN	P(2)	K
Razem:			0	0	0	3,3	1,3		70	300	10	10	2,4					10	

4.2.3.3 Blok kursów wybieralnych kierunkowych - BLOK Praktyk (6 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Praktyka	0	0	0	0	0	K1MAT_W28 K1MAT_W29 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K06 K1MAT_K08		150	6		6	T	Z	-		P(6)	K
Razem:			0	0	0	0	0		0	150	6	0	6					6	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Razem dla bloków kierunkowych (w tym Praktyka):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
2	2	0	3,3	1,3	130	575	21	15	11

4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

4.2.4.1 Blok kursów specjalnościowych – BLOK A1 – dla specjalności: Matematyka ogólna (MO) (min. 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Grafy i sieci (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Algebra, teoria liczb i kryptografia (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			5	4	0	0	0		135	250	10	10	6					4	

4.2.4.2 Blok kursów specjalnościowych – BLOK A2 – dla specjalności: Matematyka ogólna (MO) (min. 20 punktów ECTS, wybór 4 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Zaawansowany rachunek prawdopodobieństwa (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Topologia ogólna (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

									K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05											
3		Elementy teorii mnogości (GK)	2	1	0	0	0		K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Wstęp do analizy harmonicznej (GK)	2	1	0	0	0		K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Analiza wektorowa (GK)	2	1	0	0	0		K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6		Metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych (GK)	2	1	0	0	0		K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			8	4	0	0	0			180	600	20	20	6,8					8	

4.2.4.3 Blok kursów specjalnościowych – BLOK B1 – dla specjalności: Uczenie maszynowe i inżynieria danych (UMID) (min. 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

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 kursu/grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza przeżycia (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
		Modele regresji i ich zastosowania (GK)	3	0	2	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			5	2	2	0	0		135	250	10	10	6					4	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.4.4 Blok kursów specjalnościowych – BLOK B2 – dla specjalności: Uczenie maszynowe i inżynieria danych (UMID) (min. 20 punktów ECTS, wybór 4 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łąc zna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza danych ankietowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Analiza szeregów czasowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Modelowanie rynków finansowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Metody Monte Carlo (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Metody reprezentacyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6		Metody nieparametryczne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			8	0	4	0	0		180	600	20	20	6,8					8	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.4.5 Blok kursów specjalnościowych – BLOK C1 – dla specjalności: Matematyka informatyczna (MIF) (min. 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Grafy i sieci (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Algebra, teoria liczb i kryptografia (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			5	4	0	0	0		135	250	10	10	6					4	

4.2.4.6 Blok kursów specjalnościowych – BLOK C2 – dla specjalności: Matematyka informatyczna (MIF) (min. 20 pkt ECTS, wybór 4 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Projektowanie i implementacja aplikacji webowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Haskell i programowanie funkcyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Algorytmiczna teoria gier (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4	Automatyczna weryfikacja (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5	Kryptografia i bezpieczeństwo komputerowe (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6	Logika algorytmiczna (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:		8	4	0	0			180	600	20	20	6,8					8	

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 ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+l	p	s					
13	8	0	0	315	850	30	30	12,8

4.3 Blok praktyk

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Zasady odbywania praktyk na Wydziale Matematyki stanowią załącznik nr 2 do Wydziałowego Systemu Zapewniania Jakości Kształcenia (Zarządzenie Dziekana nr 12/2020-2024), który został zaopiniowany przez Radę Konsultacyjną Wydziału Matematyki (Uchwała nr 16/6/RKW13/2020-2024).

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	oceny częściowe, realizacja, prezentacja i obrona projektu
seminarium	prezentacja zagadnienia, wygłoszone referaty
praktyka	potwierdzenie odbycia praktyki

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 wybranego przez studenta modułu specjalnościowego. 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 przedmiotów zrealizowanych przez tego studenta w toku kształcenia.

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

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
6	10
7	0

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: MATEMATYKI

KIERUNEK STUDIÓW: MATEMATYKA (MAT)

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia pierwszego stopnia (inżynierskie)

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚCI: Matematyka ogólna (MO), Uczenie maszynowe i inżynieria danych (UMID), Matematyka informatyczna (MIF)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2023/2024

Struktura planu studiów (w układzie punktowo-godzinowym)

	SEMESTR 1	SEMESTR 2	SEMESTR 3	SEMESTR 4	SEMESTR 5	SEMESTR 6	SEMESTR 7
	Analiza matematyczna 1 4w+4c 10	Analiza matematyczna 2 4w+4c 9	Rachunek prawd. 3w+2ć 7	Statystyka matematyczna 3w+2ć 7	Uczenie maszynowe 2w+2l 5	Sieci neuronowe 2w+2l 5	Obliczenia kwantowe 2w+2ć 5
	Algebra 1 3w+2ć 7	Algebra 2 3w+2ć 6	Teoria miary 3w+2ć 7	Eksploracja danych 2w+2l 5	Wstęp do proc. stoch. 3w+2ć 6	Analiza funkcjonalna 3w+2ć 6	NHM 3 2w 3
	Wstęp do log. i teorii mnog. 2w+2ć 5	Topologia metryczna 2w+2ć 5	Bazy danych 1w+2l 5	Funkcje zespolone 2w+2ć 5	Podstawy przedsiębiorczości 2w 2	Podstawy fizyki klasycznej 2w+2ć 5	Projekt tematyczny 8
	Wstęp do programowania 2w+2l 5	BLOK INFORMATYKA 1 Programowanie/ Zaawans. metody progr. 2w+2l 5	Programowanie liniowe i optymalizacja 2w+1l 4	Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami 3w+2ć 6	Konwersatorium z matematyki współczesnej 2w 2	BLOK MAT 1 Teoretyczne post. inf i el. log. Wstęp do układów dyn. 2w+2ć 5	Seminarium 2
	NHM 1 2w 3	Język obcy 1 4ć 2	BLOK INFORMATYKA 2 Wprowadzenie do pakietu R Algorytmy i struk. danych 2w+2l 6	Sztuczna inteligencja 2w+2ć 5		Zajęcia sportowe 2 2ć 0	
		NHM 2 2w 3	Zajęcia sportowe 1 2ć 0	Język obcy 2 4ć 3		Praktyka 6	
MO					BLOK A1 Grafy i sieci 2w+2ć 5	BLOK A1 Algebra, teoria liczb i krypt. 3w+2ć 5	
					BLOK A2 2w+1ć 5		BLOK A2 2w+1ć 5
					BLOK A2 2w+1ć 5		BLOK A2 2w+1ć 5
UMID					BLOK B1 Analiza przeżycia 2w+2l 5	BLOK B1 Modele regresji i ich zast. 2w+2l 5	
					BLOK B2 2w+1l 5		BLOK B2 2w+1l 5
					BLOK B2 2w+1l 5		BLOK B2 2w+1l 5
MIF					BLOK C1 Grafy i sieci 2w+2ć 5	BLOK C1 Algebra, teoria liczb i krypt. 3w+2ć 5	
					BLOK C2 2w+1l 5		BLOK C2 2w+1l 5
					BLOK C2 2w+1l 5		BLOK C2 2w+1l 5

	Kursy obowiązkowe		Kursy wybieralne specjalnościowe
	Kursy wybieralne		Kursy wybieralne specjalnościowe

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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza matematyczna 1 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_W01 K1MAT_U01 K1MAT_K01	120	250	10	10	5,2	T	E(w)	-	DN	P(5)	K
2		Algebra I (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W02 K1MAT_U03 K1MAT_K01 K1MAT_K08	75	175	7	7	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Wstęp do logiki i teorii mnogości (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W03 K1MAT_U04 K1MAT_K01	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
4		Wstęp do programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_U31 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	KO
Razem:			11	8	2	0	0		315	675	27	27	14					12	

Kursy wybieralne (min. 30 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Nauki humanistyczno-menedżerskie 1	2	0	0	0	0	K1MAT_W30, K1MAT_K04 K1MAT_K05, K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
Razem:			2	0	0	0	0		30	75	3	3	1,3					0	

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
13	8	2	0	0	345	750	30	30	15,3

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Semestr 2

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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodz aj ⁷
1		Analiza matematyczna 2 (GK)	4	4	0	0	0	K1MAT_W01 K1MAT_U02 K1MAT_K01 K1MAT_K02	120	225	9	9	5,2	T	E(w)	-	DN	P(4)	K
2		Algebra 2 (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W02 K1MAT_U03 K1MAT_K01	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Topologia metryczna (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W04 K1MAT_U05 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			9	8	0	0	0		255	500	20	20	11,2					9	

Blok kursów wybieralnych - Informatyka 1 (min. 60 godzin w semestrze, 5 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Programowanie (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
2		Zaawansowane metody programowania (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	PD
Razem:			2	0	2	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Kursy wybieralne (min. 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Język obcy A1/A2/B1/B2.1/C1.1	0	4	0	0	0	K1MAT_U26 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_K02	60	60	2		2	T	Z	O		P(2)	KO
2		Nauki humanistyczno-menedżerskie 2	2	0	0	0	0	K1MAT_W30 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
Razem:			2	4	0	0	0		90	135	5	3	3,3					2	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
13	12	2	0	0	405	760	30	28	17,1

Semestr 3

Grupa kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 23

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Teoria miary (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W06 K1MAT_U08 K1MAT_K01	75	210	7	7	2,8	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
2		Rachunek prawdopodobieństwa (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W05 K1MAT_U06 K1MAT_U07 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	210	7	7	2,8	T	E(w)	-	DN	P(3)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniani – O

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

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

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

3		Bazy danych (GK)	1	0	2	0	0	K1MAT_W22 K1MAT_U23 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K05	45	125	5	5	2	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
4		Programowanie liniowe i optymalizacja (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W07 K1MAT_U25 K1MAT_K01	45	100	4	4	2	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			9	5	2	0	0		240	645	23	23	9,6					11	

Blok kursów wybieralnych - Informatyka 2 (min. 60 godzin w semestrze, 6 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu)

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Wprowadzenie do pakietu R (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	150	6	6	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	PD
2		Algorytmy i struktury danych (GK)	2	1	1	0	0	K1MAT_W21 K1MAT_W27 K1MAT_U21 K1MAT_U22 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	150	6	6	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	PD
Razem:			2	2	0	0			60	150	6	6	2,6					3	

Kursy wybieralne (min. 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 ² kursu/grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1		Zajęcia sportowe 1	0	2	0	0	0	K1MAT_K07	30	30	0		0	T	Z	O				KO
Razem:			0	2	0	0	0		30	30	0	0	0					0		

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+l	p	s						
11	11	0	0	330	825	29	29	12,2	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

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

Semestr 4

Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 23

Lp	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Statystyka matematyczna (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W08 K1MAT_U06 K1MAT_U07 K1MAT_U09 K1MAT_U10 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	175	7	7	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
2		Eksploracja danych (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W09 K1MAT_U11 K1MAT_U21 K1MAT_U32 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
3		Funkcje zespolone (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W10 K1MAT_U12 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W11 K1MAT_U13 K1MAT_K02 K1MAT_K05	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
5		Sztuczna inteligencja (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W12 K1MAT_W27 K1MAT_U15 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(3)	K
Razem:			12	8	2	0	0		330	700	28	28	14,8					13	

Kursy wybieralne (min, 60 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Język obcy B2.2/C1.2	0	4	0	0	0	K1MAT_U26 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_K02	60	90	3		2	T	Z	O		P(3)	KO
Razem:			0	4	0	0	0		60	90	3		2					3	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK A1 (specjalność MO, 60 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Grafy i sieci (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK A2 (specjalność MO, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Zaawansowany rachunek prawdopodobieństwa (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Topologia ogólna (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Elementy teorii mnogości (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Wstęp do analizy harmonicznej (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Analiza wektorowa (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

6		Metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	2	0	0	0		90	300	10	10	3,4					4	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK B1 (specjalność UMID, 60 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza przeżycia (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	0	2	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK B2 (specjalność UMID, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza danych ankietowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Analiza szeregów czasowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Modelowanie rynków finansowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4		Metody Monte Carlo (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Metody reprezentacyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6		Metody nieparametryczne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	0	2	0	0		90	300	10	10	3,4					4	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK C1 (specjalność MIF, 60 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Grafy i sieci (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K02 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK C2 (specjalność MIF, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Projektowanie i implementacja	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

		aplikacji webowych (GK)						K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05											
2		Haskell i programowanie funkcyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Algorytmiczna teoria gier (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Automatyczna weryfikacja (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Kryptografia i bezpieczeństwo komputerowe (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6		Logika algorytmiczna (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	2	0	0			90	300	10	10	3,4					4	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin				Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+1	p	s					
15	8	0	0	345	800	30	30	14,8

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Semestr 6

Grupy kursów obowiązkowych

liczba punktów ECTS: 16

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Podstawy fizyki klasycznej (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W23 K1MAT_U24 K1MAT_K01 K1MAT_K02	60	125	5	5	2,8	T	E(w)	-	DN	P(2)	PD
2		Analiza funkcjonalna (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W15 K1MAT_U19 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	75	150	6	6	3,4	T	E(w)	-	DN	P(3)	K
3		Sieci neuronowe (GK)	2	0	2	0	0	K1MAT_W17 K1MAT_W18 K1MAT_U16 K1MAT_U17 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			7	4	2	0	0		195	400	16	16	8,8					7	

Blok kursów wybieralnych kierunkowych - MAT1 (min. 60 godzin w semestrze, 5 punktów ECTS, wybór 1 przedmiotu)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Teoretyczne podstawy informacji i elementy logiki (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Wstęp do układów dynamicznych (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,6					4	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Blok kursów wybieralnych kierunkowych - BLOK Praktyk (6 punktów ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Praktyka	0	0	0	0	0	K1MAT_W28 K1MAT_W29 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U31 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K06 K1MAT_K08		150	6		6	T	Z	-		P(6)	K
Razem:			0	0	0	0	0		0	150	6	0	6					6	

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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1		Zajęcia sportowe 2	0	2	0	0	0	K1MAT_K07	30	30	0		0	T	Z	O			0	KO
Razem:			0	2	0	0	0		30	30	0	0	0					0		

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK A1 (specjalność MO, 75 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Algebra, teoria liczb i kryptografia (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			3	2	0	0	0		75	125	5	5	3,4					2	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK B1 (specjalność UMID, 75 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Modele regresji i ich zastosowania (GK)	3	0	2	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			3	0	2	0	0		75	125	5	5	3,4					2	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK C1 (specjalność MIF, 75 godzin, 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Algebra, teoria liczb i kryptografia (GK)	3	2	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_W20 K1MAT_U25 K1MAT_K01 K1MAT_K02	75	125	5	5	3,4	T	E(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			3	2	0	0	0		75	125	5	5	3,4					2	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+l	p	s						
12	12	0	0	360	830	32	26	20,8	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Semestr 7

Grupy kursów obowiązkowych liczba punktów ECTS: 5

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączy	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Obliczenia kwantowe (GK)	2	2	0	0	0	K1MAT_W16 K1MAT_U20 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K05	60	125	5	5	2,6	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			2	2	0	0	0		60	125	5	5	2,6					2	

Blok kursów wybieralnych kierunkowych – MAT2 (min. 70 godzin w semestrze, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączy	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Projekt tematyczny	0	0	0	3,3	0	K1MAT_W24 K1MAT_U27 K1MAT_U28 K1MAT_U29 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02 K1MAT_K03 K1MAT_K06 K1MAT_K08	50	240	8	8	1,7	T	Z	-	DN	P(8)	K
2		Seminarium	0	0	0	0	1,3	K1MAT_U29 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K02	20	60	2	2	0,7	T	Z	-	DN	P(2)	K
Razem:			0	0	0	3,3	1,3		70	300	10	10	2,4					10	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Kursy wybieralne (min. 30 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 ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Nauki humanistyczno- menedżerskie 3	2	0	0	0	0	K1MAT_W30 K1MAT_K04 K1MAT_K05 K1MAT_K08	30	75	3	3	1,3	T	Z	O	DN		KO
Razem:			2	0	0	0	0		30	75	3	3	1,3					0	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK A2 (specjalność MO, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Zaawansowany rachunek prawdopodobieństwa (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Topologia ogólna (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Elementy teorii mnogości (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Wstęp do analizy harmonicznej (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Analiza wektorowa (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

								K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05											
6		Metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	2	0	0	0		90	300	10	10	3,4					4	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK B2 (specjalność UMID, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	c	l	p	s		ZZU	CNP S	łąc zna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Analiza danych ankietowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Analiza szeregów czasowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Modelowanie rynków finansowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Metody Monte Carlo (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Metody reprezentacyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

6		Metody nieparametryczne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	0	2	0	0		90	300	10	10	3,4					4	

Blok kursów wybieralnych specjalnościowych – BLOK C2 (specjalność MIF, 90 godzin, 10 punktów ECTS, wybór 2 przedmiotów)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	c	l	p	s		ZZU	CNP S	łąc zna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Projektowanie i implementacja aplikacji webowych (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
2		Haskell i programowanie funkcyjne (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
3		Algorytmiczna teoria gier (GK)	2	1	0	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
4		Automatyczna weryfikacja (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
5		Kryptografia i bezpieczeństwo komputerowe (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
6		Logika algorytmiczna (GK)	2	0	1	0	0	K1MAT_W19 K1MAT_U25 K1MAT_U31 K1MAT_U32 K1MAT_K01 K1MAT_K03 K1MAT_K05	45	150	5	5	1,7	T	Z(w)	-	DN	P(2)	K
Razem:			4	2	0	0			90	300	10	10	3,4					4	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin				Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć+1	p	s					
8	4	3,3	1,3	250	800	28	28	9,7

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
	1. Analiza matematyczna 1 2. Algebra 1 3. Wstęp do logiki i teorii mnogości	1
	4. Analiza matematyczna 2 5. Algebra 2	2
	6. Teoria miary 7. Rachunek prawdopodobieństwa	3
	8. Statystyka matematyczna 9. Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami 10. Eksploracja danych	4
	11. Wstęp do procesów stochastycznych 12. Uczenie maszynowe	5
	13. Podstawy fizyki klasycznej 14. Analiza funkcjonalna 15. Algebra, teoria liczb i kryptografia (specjalności MO, MIF), Modele regresji i ich zastosowania (specjalność UMID)	6

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	15
2	20
3	20
4	10
5	10
6	10
7	0

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Algebra 1**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algebra 1**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100	75			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Grupa, pierścień, ciało – definicje i przykłady. Ciało liczb zespolonych. Postać algebraiczna liczby zespolonej.	4
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.	3
Wy4	Wielomiany. Zasadnicze twierdzenie algebry. Pierwiastki wielomianów rzeczywistych. Funkcje wymierne, rozkład na ułamki proste.	3
Wy5	Macierze. Działania na macierzach. Macierz układu równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa.	3
Wy6	Wyznaczniki. Operacje na wierszach i kolumnach.	3
Wy7	Rozwinięcie Laplace'a.	3
Wy8	Wzory Cramera. Macierz odwrotna. Twierdzenie Cauchy'ego.	3
Wy9	Przestrzeń liniowa – definicja i przykłady. Liniowa niezależność wektorów.	3
Wy10	Domknięcie liniowe zbioru wektorów. Podprzestrzeń przestrzeni liniowej. Baza i wymiar.	3
Wy11	Rząd macierzy. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego i jego zastosowania.	3
Wy12	Układ jednorodny równań liniowych i przestrzeń jego rozwiązań. Niejednorodny układ równań liniowych i zbiór jego rozwiązań.	3
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.	3
Wy15	Wzajemne położenie punktów, prostych i płaszczyzn. Odległości i kąty. Krzywe stożkowe.	3
Suma godzin		45

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
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
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_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 (IMIĘ, 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 2
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Algebra 2
Kierunek studiów:	Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
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.	3
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.	4
Wy5	Wektory i wartości własne przekształceń liniowych i macierzy. Wielomian charakterystyczny.	4
Wy6	Iloczyn skalarny. Przestrzenie euklidesowe i unitarne. Nierówność Schwarz'a, norma, przestrzenie unormowane.	3
Wy 7	Wektory ortogonalne. Bazy ortogonalne i ortonormalne. Ortogonalizacja Grama-Schmidta.	3
Wy8	Wyznacznik Grama. Rzut ortogonalny na podprzestrzeń.	2
Wy9	Formy dwuliniowe i kwadratowe. Postać kanoniczna formy kwadratowej. Metoda Lagrange'a. Przestrzeń dualna, odwzorowanie dualne.	3
Wy10	Dodatnia określoność i sygnatura formy kwadratowej. Kryterium Sylwestra dodatniej określoności formy kwadratowej. Twierdzenie Sylwestra o bezwładności.	4
Wy11	Przekształcenie sprzężone do przekształcenia liniowego w przestrzeni z iloczynem skalarnym. Przekształcenia symetryczne i hermitowskie.	3
Wy12	Przekształcenia ortogonalne i unitarne, dodatnie i normalne. Projektory ortogonalne.	2
Wy13	Spektrum przekształcenia i jego własności. Twierdzenia spektralne w przestrzeniach skończonego wymiaru.	4
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.	4
Suma godzin		45

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
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	Wyznaczanie wartości i wektorów własnych przekształceń liniowych i macierzy tych przekształceń. Badanie przykładów podprzestrzeni niezmienniczych. Badanie izomorfizmu przestrzeni liniowych.	4
Ćw5		

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
Suma godzin		30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_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		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [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.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [5] T. Jurliewicz, 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.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, 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, teoria liczb i kryptografia.**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algebra, Number Theory and Cryptography**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność: **Matematyka ogólna, Uczenie maszynowe i inżynieria danych**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Prezentacja podstawowych własności i zastosowań abstrakcyjnych struktur algebraicznych.
C2 Wyrobienie umiejętności abstrakcyjnego myślenia i abstrakcyjnych obliczeń.
C3 Pokazanie możliwości stosowania abstrakcyjnej teorii do konkretnych zagadnień.
C4 Prezentacja podstawowych narzędzi teoretycznych algorytmicznej teorii liczb.
C5 Przedstawienie zastosowań narzędzi algebraicznych w kryptografii.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy: student

PEU_W01 zna podstawowe struktury algebraiczne,

PEU_W02 zna podstawowe zastosowania abstrakcyjnych struktur algebraicznych.

PEU_W03: Zna podstawowe własności liczb pierwszych i najważniejsze algorytmy teorii liczbowe.

PEU_W04: Zna podstawowe algorytmy kryptograficzne.

Z zakresu umiejętności: student

PEU_U01 potrafi rozpoznawać podstawowe struktury algebraiczne,

PEU_U02 potrafi budować modele abstrakcyjne odpowiadające napotkanym zjawiskom,

PEU_U03 potrafi formułować zagadnienia w postaci abstrakcyjnej i je analizować,

PEU_U04 potrafi przeprowadzać rozważania abstrakcyjne.

PEU_U05 potrafi stosować algorytm Euklidesa oraz podstawowe algorytmy faktoryzacji i rozpoznawania liczb pierwszych .

PEU_U06: potrafi wygenerować klucze dla protokołów RSA i Diffiego-Hellmana, a także złamać te systemy dla małych (nierealistycznych) parametrów.

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.

PEU_K03 rozumie znaczenie teorii liczb w kryptografii z kluczem publicznym.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		a. godzin	Liczba
Wy1	Półgrupy, grupy, podgrupy, grupy cykliczne. Podstawowe własności i przykłady. Homomorfizmy, izomorfizmy, jądro i obraz homomorfizmu.	3	
Wy2	Warstwy, twierdzenie Lagrange'a. Dzielniki normalne, grupy ilorazowe. Twierdzenia o izomorfizmie. Reprezentacje macierzowe.	3	
Wy3	Grupy przekształceń. Grupy permutacji, rozkłady permutacji na cykle.	3	
Wy4	Twierdzenie Sylowa. Grupy rozwiązalne. Grupy permutacji.	3	
Wy5	Pierścienie i ciała. Podstawowe własności i przykłady. Dzielniki zera. Elementy odwracalne. Pierścień wielomianów.	3	
Wy6	Homomorfizmy pierścieni i ciał. Jądro i obraz homomorfizmu. Ideały. Pierścień ilorazowy, twierdzenia o izomorfizmie, ideały główne i maksymalne.	3	
Wy7	Ciało ułamków pierścienia całkowitego. Elementy rozkładalne i nierozkładalne.	3	
Wy8	Rozszerzenie ciał, elementy algebraiczne i przestępne. Ciała algebraicznie domknięte.	3	
Wy9	Elementy teorii Galois.	3	
Wy10	Liczby pierwsze i algorytm Euklidesa. Kongruencje. Małe Twierdzenie Fermata i twierdzenie Wilsona.	3	

Wy11	Funkcja Eulera, pierwiastki pierwotne i protokół Diffiego-Hellmana.	3
Wy12	RSA. Rozpoznawanie liczb pierwszych.	3
Wy13	Algorytmy faktoryzacji.	3
Wy14	Układy kongruencji liniowych i Chińskie twierdzenie o resztach. Reszty kwadratowe i symbol Legendre'a.	3
Wy15	Powtórzenie.	3
	Suma godzin	45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Teoria grup.	6
Ćw2	Własności pierścieni, ideały. Pierścienie wielomianów.	4
Ćw3	Rozszerzenia ciał. Teoria Galois.	4
Ćw4	Liczby pierwsze. Dowody twierdzenia Euklidesa.	2
Ćw1	Algorytm Euklidesa i jego zastosowania. Kongruencje.	2
Ćw2	Funkcja Eulera i pierwiastki pierwotne. Protokół Diffiego-Hellmana.	2
Ćw3	RSA. Algorytm Rabina-Millera.	2
Ćw1	Algorytmy faktoryzacji: Fermata, Dixona i Pollarda.	2
Ćw2	Rozwiązywanie układów kongruencji liniowych. Reszty kwadratowe.	2
Ćw3	Sprawdziany.	4
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	EU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_K01 PEU_K02 PEU_K03	Ocena z aktywności z ćwiczeń i kolokwiów
F2	EU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_K02 PEU_K03	Ocena z egzaminu
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Białynicki-Birula, Zarys algebry, PWN, Warszawa, 1987.
- [2] J. Browkin, Teoria ciał, PWN, Warszawa, 1977.
- [3] B. Gleichgewicht, Algebra, Oficyna Wydawnicza GiS, 2004.
- [4] N. Koblitz, Wykład z teorii liczb i kryptografii, WNT, Warszawa 2009
- [5] J. Rutkowski, Algebra abstrakcyjna w zadaniach, PWN, 2010.
- [6] W. Sierpiński, Czym się zajmuje teoria liczb, Wiedza Powszechna, Warszawa 1957
- [7] M. Zakrzewski, Matematyka dyskretna, GiS, Wrocław 2014

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. M. Bryński, J. Jurkiewicz, Zbiór zadań z algebry, PWN, Warszawa, 1985.
- [2] D. Burton, Elementary Number Theory, Mc Graw-Hill, 2010
- [3] H. Davenport, The Higher Arithmetic, CUP 2010.
- [4] M. Erickson, A. Vazzana, Introduction to Number Theory, CRC Press 2010
- [5] A.I.Kostrykin, Zbiór zadań algebry, PWN, Warszawa, 2005.
- [6] K. Szymiczek, Zbiór zadań z teorii grup, PWN, Warszawa, 1989.
- [7] O. Zariski, P. Samuel, Commutative algebra, vol.1, Springer, 1979.

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

Andrzej Kisielewicz andrzej.kisielewicz@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:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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	2h
Wy8	Przykład dwuosobowej gry o sumie zerowej z nieskończoną ilością strategii mieszanych w której równowaga Nasha nie istnieje.	2h
Wy9	Pojęcie sympleksu i podziału symplcjialnego. Kolorowanie Spernera wierzchołków podziału symplcjialnego. 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
Suma godzin		30h

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Gry w postaci strategicznej. Sprowadzanie gier o postaci rozszerzonej do postaci strategicznej	2h
Ćw2	Równowaga Nasha i zastosowanie redukcji gry o strategii silnie zdominowane	2h
Ćw3	Algorytm indukcji wstecznej znajdowania równowagi Nasha na drzewie gry	2h

Ćw4	Dwuosobowe gry o sumie zerowej. Znajdowanie równowagi Nasha w dwuosobowych grach o sumie zerowej posiadających wartość gry	2h
Ćw5	Dwuosobowe gry ze strategiami mieszanymi. Znajdowanie strategii optymalnych graczy dla dwuosobowych gier z mieszanymi strategiami	3h
Ćw6	Podstawowe fakty dotyczące zwartych przestrzeni metrycznych i przestrzeni polskich	2h
Ćw7	Wyznaczanie strategii wygrywających w grach Gale-Stewart na zadanych podzbiorach w przestrzeni Baire'a	2h
Suma godzin		15h

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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. Robert Rałowski e-mail: robert.ralowski@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, Matematyka i Analiza Danych**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	25	50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	0,6	0,7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość materiału będącego przedmiotem kursów Zaawansowane metody programowania 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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe problemy algorytmiczne, notacje O , Ω , Θ	2
Wy2	Problemy rekurencyjne. Drzewo rekursji. Podejście dziel-i-rządź. MergeSort.	4
Wy3	Przegląd i analiza algorytmów sortujących	4
Wy2	Podstawowe struktury danych: kolejki priorytetowe, listy, słowniki, kopce	4
Wy4	Algorytmy grafowe, przeszukiwanie grafu, algorytm DFS, BFS	4
Wy5	Programowanie dynamiczne	4
Wy6	Algorytmy zachłanne	2
Wy7	Znajdowanie minimalnego drzewa rozpinającego, algorytm Kruskala i algorytm Prima	4
Wy8	Kolokwium	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Notacje O , Ω , Θ , twierdzenie o rekursji uniwersalnej	2
Ćw2	Algorytmy sortujące	3
La2	Podstawowe struktury danych	2
La3	Algorytmy grafowe	3
La4	Programowanie dynamiczne	3
La5	Algorytmy zachłanne	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Algorytmy sortujące	4
La2	Podstawowe struktury danych	2
La3	Algorytmy grafowe	3
La4	Programowanie dynamiczne	3
La5	Algorytmy zachłanne	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny lub multimedialny
N2. Prezentacje symulacji oraz działania programów komputerowych
N3. Rozwiązujące zadań programistycznych
N4. Rozwiązanie zadań i problemów

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	Ocena napisanych programów oraz aktywności na ćwiczeniach
F2	PEU_W01,PEU_W02 , PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe
P= 0,5*F1+0,5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] T. H. Cormen, Ch. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Wprowadzenie do algorytmów, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, 2004.
 [2] S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, U. V. Vazirani, Algorithms, McGraw-Hill 2006;

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik, Matematyka konkretna, PWN 2004.

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

Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza Danych Ankietych**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Categorical Data Analysis**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Specjalność: **Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej takie jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne, model statystyczny, statystyka, estymator, test statystyczny.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie rodzajów badań statystycznych i rodzajów danych ankietych.
- C2 Przedstawienie metod konstrukcji przedziałów ufności dla prawdopodobieństwa sukcesu.
- C3 Wyrobienie umiejętności wyznaczania przedziałów ufności dla prawdopodobieństwa sukcesu.
- C4 Przedstawienie testów stosowanych w analizie danych ankietych, w szczególności testów niezależności.
- C5 Wyrobienie umiejętności weryfikowania hipotez w analizie danych ankietych.
- C6 Przedstawienie modeli dla danych zależnych i metod analizy takich danych.
- C7 Wyrobienie umiejętności analizy danych zależnych.
- C8 Przedstawienie miar zależności i miar zgodności oraz podstawowych pojęć analizy korespondencji.
- C9 Wyrobienie umiejętności wyznaczania miar zależności i miar zgodności oraz ich interpretacji oraz przeprowadzania analizy korespondencji.

C10 Przedstawienie modeli log-liniowych dla danych z tabel wielodzielczych.
 C11 Wyrobienie umiejętności wyboru modelu log-liniowego dla danych z tabel wielodzielczych i ich interpretacji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 zna rodzaje badań statystycznych i rodzaje danych ankietowych.
 PEK_W02 zna metody konstrukcji przedziałów ufności dla prawdopodobieństwa sukcesu.
 PEK_W03 zna testy stosowane w analizie danych ankietowych.
 PEK_W04 zna miary zależności i miary zgodności i podstawowe pojęcia analizy korespondencji.
 PEK_W05 zna metody analizy danych zależnych.
 PEK_W06 zna modele log-liniowe dla danych z tabel wielodzielczych i metody wyboru odpowiedniego modelu log-liniowego do danych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyznaczać przedziały ufności dla prawdopodobieństwa.
 PEK_U02 potrafi weryfikować hipotezy w analizie danych ankietowych.
 PEK_U03 potrafi wyznaczać miary zależności i miary zgodności i je interpretować oraz przeprowadzać analizę korespondencji.
 PEK_U04 potrafi analizować dane zależne.
 PEK_U05 potrafi dopasować odpowiedni model log-liniowy do danych z tabel wielodzielczych i podać jego interpretację.

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		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Rodzaje badań i rodzaje danych ankietowych. Rozkład dwumianowy, rozkład hipergeometryczny, rozkład wielomianowy i produkt rozkładów wielomianowych.	2
Wy2	Estymacja punktowa i przedziałowa prawdopodobieństwa sukcesu.	4
Wy3	Testowanie hipotez dotyczących parametru rozkładu dwumianowego. Testowanie równości dwóch prawdopodobieństw sukcesu.	2
Wy4	Dokładne i asymptotyczne testy niezależności w tabelach dwuwymiarowych.	4
Wy5	Miary zależności i miary zgodności.	2
Wy6	Analiza korespondencji.	2
Wy7	Modele dla danych wielomianowych zależnych (powtarzanych). Testowanie symetrii, quasy symetrii i brzegowej jednorodności.	4
Wy8	Paradoks Simpsona. Tabele wielodzielcze wyższych wymiarów.	2
Wy9	Modele log-liniowe dla danych z tabeli wielodzielczych. Estymacja współczynników modelu log-liniowego.	2
Wy10	Testowanie hipotez dotyczących parametrów modeli log-liniowych dla danych z tabeli wielodzielczych.	2
Wy11	Wybór modelu log-liniowego.	2
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Podstawowe informacje o pracy z wybranym pakietem statystycznym. Wprowadzanie danych, ich modyfikacja; sprawdzanie poprawności danych. Graficzna ilustracja danych ankietowych.	2
La2	Symulacyjne porównania różnych przedziałów ufności dla parametru rozkładu dwumianowego w przypadku małej i dużej liczby danych.	2
La3	Testowanie hipotez dotyczących parametru rozkładu dwumianowego. Testowanie równości dwóch prawdopodobieństw sukcesu.	2
La4	Dokładne i asymptotyczne testy niezależności w tabelach dwuwymiarowych.	2
La5	Obliczanie miar zależności i miar zgodności oraz ich interpretacja. Analiza korespondencji.	2
La6	Modele dla danych wielomianowych zależnych (powtarzanych). Testowanie symetrii, quasi-symetrii i brzegowej jednorodności.	2
La7	Paradoks Simpsona na przykładach danych rzeczywistych. Modele log-liniowe dla danych z tabel wielozmiennych – wybór i interpretacja.	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> 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_W06, PEK_U01-PEK_U05, PEK_K01, PEK_K02.	Odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEK_W01-PEK_W06, PEK_K01.	Test
$P=0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Agresti A. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, New York, 2007.
- [2] Fienberg, S. E. *The Analysis of Cross-Classified Categorical Data*. Springer, New York, 2007.
- [3] Rudas, T. *Lectures on Categorical Data Analysis*. Springer Science+Business Media, New York, 2018.
- [4] Santner T. J., Duffy D. E. *The Statistical Analysis of Discrete Data*. Springer-Verlag, New York, 1989.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Collet D. *Modelling Binary Data*. Chapman & Hall, New York, 1991.
- [2] Jobson, J. D. *Applied Multivariate Data Analysis. Volume II: Categorical and Multivariate Methods*. Springer Science+Business Media, New York, 1992.
- [3] Magiera R. *Modele i metody statystyki matematycznej. Część II Wnioskowanie statystyczne*. GIS 2018.

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

dr hab. Alicja Jokiel-Rokita, prof. uczelni (Alicja.Jokiel-Rokita@pwr.edu.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:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy(X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia(BU)	2,1	1,3			

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	Przestrzenie unormowane: własności normy, równoważność norm, normy w przestrzeniach skończenie wymiarowych. Nierówności Höldera i Minkowskiego,	5
Wy3-4	Przestrzenie Banacha: przykłady, w tym przestrzenie ciągowe i funkcyjne, zupełność normy w L^p , baza topologiczna.	6
Wy5-7	Operatory liniowe: związek ciągłości z ograniczonością, norma operatora, przykłady operatorów ograniczonych, w tym przykłady operatorów całkowitych, izomorfizmy przestrzeni Banacha, normy, operatory i izomorfizmy na przestrzeniach skończenie wymiarowych.	8
Wy8-10	Przestrzenie unitarne i przestrzenie Hilberta: iloczyn skalarny, nierówność Schwarz'a, twierdzenie Pitagorasa, tożsamość równoległoboku, przykłady przestrzeni unitarnych i Hilberta, nierówność Bessela, tożsamość Parsewala. Rzut ortogonalny.	8
Wy11	Układy ortogonalne: przykłady układów ortogonalnych, baza ortonormalna w ośrodkowej przestrzeni Hilberta, rozwinięcie elementu w szereg Fouriera.	4
Wy12	Twierdzenie Stone'a – Weierstrassa: dowód twierdzenia, zastosowania do pokazania zupełności układów trygonometrycznych.	4
Wy13-15	Funkcjonały liniowe: twierdzenie Riesz'a o postaci funkcjonału na przestrzeni Hilberta, przestrzeń sprzężona (dualna), opis przestrzeni dualnych do l^p i L^p , twierdzenie Riesz'a o postaci funkcjonału na $C([0,1])$ (informacja dla $C(X)$, X -zwarta, bez dowodu)	10
Suma godzin		45

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, ugruntowanie pojęć związanych z przestrzeniami Hilberta.	6
Ćw10-11	Przykłady baz ortogonalnych w $L^2(\mathbb{R})$ i $L^2(0,1)$ oraz w zespolonej $L^2(0,1)$. Wielomiany Legendre'a, funkcje Rademachera. 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 funkcyjnałów liniowych, znajdowanie przestrzeni sprzężonej do danej, zastosowanie podanych na wykładzie twierdzeń o postaci funkcyjnałów na klasycznych przestrzeniach Banacha.	6
Ćw15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

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

$P = 0,3 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2 + 0,4 \cdot F3$

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. Romuald Lenczewski (Romuald.Lenczewski@pwr.wroc.pl)
prof. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Downarowicz@pwr.wroc.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Analiza matematyczna 1**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Analysis 1**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60	60			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	125	125			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5	5			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		5			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,7	2,5			

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

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: supremum i infimum, wyznaczanie kresów, związek z twierdzeniem 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 i nierówności trygonometrycznych.	2
Wy10	Funkcje elementarne. 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 wyrażeń 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, przykład, własności, całkowanie funkcji ciągłych.	2
Wy30	Twierdzenie Newtona–Leibniza dla całki Darboux. Związek całki Darboux z całką oznaczoną. Informacja o mierze Jordana i związku z całką Darboux.	2
Suma godzin		60

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1– Ćw30	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	60
Suma godzin		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 2**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Analysis 2**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	60	60			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	125	100			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	5	4			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,7	2,5			

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.
 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 podstawowych twierdzeń dotyczących tych pojęć.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

- PEU_W01 zna pojęcia całki Riemanna i jej 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 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.

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 Darboux: przypomnienie definicji i własności. Całka Riemanna: definicja, przykład, równoważność z całką Darboux.	2
Wy2	Całka Riemanna: własności całki Riemanna, własności klasy funkcji całkowlanych w sensie Riemanna, informacja o charakterystyce całkowlanośc w sensie Riemanna przy pomocy zbiorów miary Lebesgue'a zero (bez dowodu).	2
Wy3	Informacja o wzorach na całkowanie przez części i przez podstawienie dla całki Riemanna. Wahanie funkcji, rozkład Jordana funkcji o skończonym wahanu.	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 Abela 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 całkowite zbieżności szeregu.	2
Wy9	Całka niewłaściwa: kryterium porównawcze, kryterium ilorazowe, kryterium Abela–Dirichleta, kryterium Abela.	2
Wy10	Całka niewłaściwa: funkcja gamma Eulera, funkcja beta, informacja o transformatach Laplace'a i Fouriera.	2
Wy11	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
Wy12	Ciągi i szeregi funkcyjne: kryterium Dirichleta jednostajnej zbieżności szeregu funkcji, przykłady szeregów zbieżnych warunkowo/bezwzględnie jednostajnie/niejednostajnie, twierdzenie Diniego (bez dowodu).	2
Wy13	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
Wy14	Szeregi potęgowe: definicja, promień i przedział zbieżności, twierdzenie Cauchy'ego–Hadamarda, różniczkowanie i całkowanie szeregów potęgowych.	2
Wy15	Szeregi potęgowe: operacje arytmetyczne na szeregach potęgowych i złożenie funkcji danych szeregami potęgowymi (bez dowodu), twierdzenie Abela i twierdzenie Taubera (bez dowodu).	2
Wy16	Szeregi potęgowe: funkcje analityczne, twierdzenie o analityczności sumy szeregu potęgowego (bez dowodu), przykład nieanalitycznej funkcji różniczkowalnej dowolnie wiele razy, analityczność funkcji elementarnych (bez dowodu).	2
Wy17	Funkcje wielu zmiennych: definicje, przykłady, wykresy i wykresy poziomicowe, granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych, jednostajna ciągłość.	2

Wy18	Funkcje wielu zmiennych: wielowymiarowe twierdzenie Bolzano–Weierstrassa, zbiory domknięte, zbiory ograniczone, jednostajna ciągłość funkcji ciągłych na zbiorach domkniętych i ograniczonych. Całka z parametrem: definicja, ciągłość całki z parametrem.	2
Wy19	Całka z parametrem: różniczkowanie i całkowanie całki z parametrem, całka niewłaściwa z parametrem, informacja o ciągłości, różniczkowaniu i całkowaniu całek niewłaściwych z parametrem (bez dowodu).	2
Wy20	Całka z parametrem: całki iterowane i zamiana kolejności całkowania, wybrane funkcje specjalne (np. funkcja gamma Eulera, funkcja beta, całki eliptyczne, funkcje Bessela) i inne przykłady.	2
Wy21	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
Wy22	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: różniczkowalność funkcji o ciągłych pochodnych cząstkowych, pochodne cząstkowe wyższych rzędów, równość pochodnych mieszanych.	2
Wy23	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: twierdzenie o osiąganiu 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 regularnym zbiorze domkniętym i ograniczonym.	2
Wy24	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
Wy25	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
Wy26	Całka wielokrotna: całka podwójna na prostokącie, całkowalność funkcji ciągłych, kryterium całkowalności (bez dowodu), związek całki podwójnej i całki iterowanej, całka wielokrotna na kostce i jej związek z całkami iterowanymi.	2
Wy27	Całka wielokrotna: obszary na płaszczyźnie, całka na obszarze, całkowalność 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
Wy28	Całka wielokrotna: zamiana zmiennych w całce podwójnej, współrzędne biegunowe, zastosowania całki podwójnej w fizyce, geometrii i mechanice.	2
Wy29	Całka wielokrotna: zamiana zmiennych w całce potrójnej (bez dowodu), współrzędne walcowe, współrzędne sferyczne, przykłady.	2
Wy30	Uzupełnienia i rozszerzenia.	2
Suma godzin		60

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1– Ćw30	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	60
Suma godzin		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_U06 PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01–PEU_W06 PEU_U01–PEU_U06 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] 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. Kryszicki, 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: **Analiza przeżycia**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Survival Analysis**
 Kierunek studiów: **Matematyka**
 Specjalność: **Uczenie maszynowe i inżynieria danych**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

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 Przedstawienie podstawowych klas rozkładów czasu życia i ich własności.
- C2 Przedstawienie metod estymacji funkcji przeżycia i funkcji hazardu.
- C3 Wyrobienie umiejętności wyznaczania estymatorów funkcji przeżycia i funkcji hazardu.
- C4 Przedstawienie parametrycznych i semiparametrycznych modeli regresji stosowanych w analizie przeżycia.
- C5 Wyrobienie umiejętności estymacji parametrów modeli regresji stosowanych w analizie przeżycia.
- C6 Przedstawienie testów stosowanych w analizie przeżycia.
- C7 Wyrobienie 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 parametrów i testowania hipotez dotyczących parametrów rozkładu na podstawie danych cenzurowanych.
 PEK_W03 zna metody estymacji funkcji przeżycia i funkcji hazardu oraz metody estymacji charakterystyk czasu życia.
 PEK_W04 zna parametryczne i semiparametryczne modele regresji stosowane w analizie przeżycia.
 PEK_W05 zna testy stosowane w analizie przeżycia.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 potrafi wyznaczać oszacowania parametrów i testować hipotezy dotyczące parametrów rozkładu na podstawie danych cenzurowanych.
 PEK_U02 potrafi wyznaczać oszacowania funkcji przeżycia i funkcji hazardu oraz nieparametryczne oszacowania charakterystyk czasu życia.
 PEK_U03 potrafi przeprowadzać testy zgodności i jednorodności stosowane w analizie przeżycia.
 PEK_U04 potrafi dopasowywać modele parametryczne i semiparametryczne do danych oraz interpretować otrzymane modele.

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		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
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	Estymacja (punktowa i przedziałowa) parametrów na podstawie danych cenzurowanych.	2
Wy4	Testowanie hipotez dotyczących parametrów, na podstawie danych cenzurowanych.	2
Wy5	Nieparametryczna estymacja dystrybuanty i funkcji przeżycia. Estymator Kaplana-Meiera i Fleminga-Harringtona funkcji przeżycia.	2
Wy6	Punktowe przedziały ufności dla wartości funkcji przeżycia i obszary ufności dla funkcji przeżycia.	2
Wy7	Nieparametryczna estymacja średniej i mediany czasu życia.	2
Wy8	Testowanie zgodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
Wy9	Testowanie jednorodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
Wy10	Parametryczne modele regresji w analizie przeżycia (wykładniczy, Weibulla, log-normalny, log-logistyczny).	2
Wy11	Estymacja parametrów modeli regresji, testowanie hipotez dotyczących tych parametrów i wybór modelu (wybór zmiennych do modelu).	2
Wy12	Semiparametryczne modele regresji w analizie przeżycia: model proporcjonalnych hazardów, model proporcjonalnych szans.	2
Wy13	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja parametrów metodą cząstkowej największej wiarygodności.	2
Wy14	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja bazowej funkcji hazardu i bazowej funkcji przeżycia.	2
Wy15	Weryfikacja modelu proporcjonalnych hazardów.	2

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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 oszacowań parametrów na podstawie danych cenzurowanych i ich porównywanie.	2
La4	Testowanie hipotez dotyczących parametrów na podstawie danych cenzurowanych i symulacyjne porównywanie testów.	2
La5	Wyznaczanie, estymatora Kaplana-Meiera i jego modyfikacji oraz estymatora Nelsona-Aalena skumulowanej funkcji hazardu.	2
La6	Punktowe przedziały ufności dla wartości funkcji przeżycia i obszary ufności dla funkcji przeżycia.	2
La7	Nieparametryczna estymacja średniej i mediany czasu życia.	2
La8	Testowanie zgodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
La9	Testowanie jednorodności na podstawie danych cenzurowanych.	2
La10	Parametryczne modele regresji w analizie przeżycia (wykładniczy, Weibulla, log-normalny, log-logistyczny).	4
La11	Semiparametryczne modele regresji w analizie przeżycia: model proporcjonalnych hazardów, model proporcjonalnych szans.	4
La12	Model proporcjonalnych hazardów – estymacja bazowej funkcji hazardu i bazowej funkcji przeżycia.	2
La13	Weryfikacja modelu proporcjonalnych hazardów.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<ol style="list-style-type: none"> 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_W05, PEK_U01 – PEK_U04, PEK_K01-PEK_K02.	odpowiedzi ustne, raporty
F2	PEK_W01-PEK_W05, PEK_K01.	test
$P=0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$		

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] Jokieli-Rokita A., Magiera R. *Selected Stochastic Models In Reliability*. Wrocław 2011.

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

dr hab. Alicja Jokieli-Rokita, prof. uczelni (Alicja.Jokieli-Rokita@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 ogólna**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Zaliczenie kursów Analiza matematyczna M1, Analiza matematyczna M2, Algebra M2 oraz Wstęp do topologii lub ich odpowiedników uznanych w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Odwzorowania o wartościach wektorowych: definicje, granice, ciągłość, różniczkowalność, macierz Jacobiego, jakobian, 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: parametryzacja, 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	Całka krzywoliniowa: długość krzywej, całka krzywoliniowa niezorientowana, zastosowania w fizyce, geometrii i mechanice.	2
Wy9	Całka krzywoliniowa: pole wektorowe, całka krzywoliniowa zorientowana, pole potencjalne, niezależność całki od drogi całkowania, wyznaczanie potencjału pola wektorowego, zastosowania w fizyce.	2
Wy10	Całka krzywoliniowa: twierdzenie Greena dla płaskich obszarów normalnych, charakteryzacja pól potencjalnych, dywergencja pola wektorowego, twierdzenie o dywergencji (wzór Gaussa–Ostrogradzkiego) dla obszarów płaskich.	2
Wy11	Powierzchnie: płat powierzchni, orientacja płata, wektory styczne i wektor normalny, element powierzchni.	2
Wy12	Całka powierzchniowa: pole płata powierzchni, całka powierzchniowa niezorientowana, własności, zastosowania w fizyce, geometrii i mechanice.	2
Wy13	Całka powierzchniowa: całka powierzchniowa zorientowana, własności, zastosowania w fizyce.	2
Wy14	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
Wy15	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych: rotacja trójwymiarowego pola wektorowego, wzór Stokesa dla płatów powierzchniowych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1– Ćw8	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	15
Suma godzin		15

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_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. Krysicki, 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:	Analiza szeregów czasowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Analysis of Time Series
Kierunek studiów:	Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Specjalność:	Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wstęp do Rachunku Prawdopodobieństwa.
2. Wstęp do Statystyki Matematycznej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej stacjonarnych szeregów czasowych.
 C2 Przedstawienie podstawowych modeli szeregów czasowych typu MA(q), AR(p), ARMA(p,q) oraz ich wybranych uogólnień (m.in. modele ARIMA, SARIMA, ARCH, GARCH).
 C3 Przedstawienie metod estymacji parametrycznej oraz nieparametrycznej trendu w szeregach czasowych.
 C4 Przedstawienie metod estymacji rzędu modeli szeregów czasowych.
 C5 Przedstawienie metod predykcji szeregów czasowych.
 C6 Wyrobienie umiejętności identyfikacji i konstrukcji modeli szeregów czasowych w zastosowaniach technologicznych, ekonometrycznych, finansowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

- PEU_W01 ma podstawową wiedzę dotyczącą stacjonarnych szeregów czasowych,
 PEU_W02 zna podstawowe modele szeregów czasowych typu MA(q), AR(p), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q), SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[s], ARCH(p) i GARCH(p,q),
 PEU_W03 zna metody estymacji parametrycznej oraz nieparametrycznej trendu w szeregach czasowych,
 PEU_W04 zna metody estymacji rzędu modeli szeregów czasowych,
 PEU_W05 zna metody predykcji szeregów czasowych,
 PEU_W06 zna metody identyfikacji modeli szeregów czasowych.

Z zakresu umiejętności student

- PEU_U01 potrafi przeprowadzić identyfikację modeli szeregów czasowych,

PEU_U02 potrafi przeprowadzić procedurę estymacji rzędu modelu oraz parametrów modelu szeregu czasowego oraz zweryfikować poprawność dopasowania modelu szeregu czasowego,
 PEU_U03 potrafi przeprowadzić analizę symulacyjną związaną z estymacją i doborem modelu szeregu czasowego,
 PEU_U04 potrafi uzasadnić własności stosowanych procedur statystycznych oraz dobranych modeli szeregów czasowych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do analizy szeregów czasowych. Przykłady szeregów. Główne zadania i podstawowe etapy w analizie szeregu czasowego. Stacjonarne szeregi czasowe i ich własności. Funkcje średniej, autokowariancji i autokorelacji (ACF).	2
Wy2	Estymacja średniej, autokowariancji i autokorelacji. Własności asymptotyczne estymatorów. Graficzne i formalne testy białośumowości oparte na autokorelacji próbkowej.	2
Wy2	Podstawowe przekształcenia szeregów czasowych. Cel stosowania transformacji. Transformacje potęgowe. Różnicowanie (zwykłe i z opóźnieniem sezonowym).	2
Wy3	Wprowadzenie do dekompozycji szeregów czasowych. Regularne składowe szeregu. Podstawowe cele i rodzaje dekompozycji. Parametryczne i nieparametryczne metody dekompozycji.	2
Wy4	Wybrane metody stosowane do wygładzania i dekompozycji szeregów czasowych. Metoda średniej ruchomej. Dekompozycja klasyczna. Wygładzanie wykładnicze.	2
Wy4	Podstawowe modele liniowe szeregów czasowych. Modele autoregresji (AR(p)), modele średniej ruchomej (MA(q)), modele ARMA(p,q).	2
Wy5	Przyczynowość i odwracalność modeli ARMA. Funkcja cząstkowej autokorelacji szeregu czasowego (PACF) i jej własności. Identyfikacja modeli na podstawie funkcji ACF i PACF.	2
Wy6	Dopasowanie modeli ARMA. Estymacja wstępna i estymacja właściwa parametrów modelu. Ocena poprawności dopasowania modelu (diagnostyka). Wybór optymalnego modelu. Kryteria informacyjne (AIC, AICC, BIC, FPE).	4
Wy7	Wprowadzenie do prognozowania szeregów czasowych. Proste metody prognozowania. Prognozowanie szeregów stacjonarnych. Konstrukcja prognoz punktowych i przedziałowych.	2
Wy8	Optymalny liniowy predyktor średniokwadratowy. Algorytm innowacji. Ocena dokładności prognoz. Prognozowanie niestacjonarnych szeregów czasowych. Konstrukcja prognoz na bazie modeli dekompozycji. Modele ARIMA(p,d,q) i SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)[s].	4
Wy9	Dopasowanie modeli ARIMA i SARIMA. Ogólny schemat dopasowania modelu. Automatyczny wybór optymalnego modelu (algorytm Hyndmana-Khandakara). Zastosowanie testów pierwiastków jednostkowych.	2
Wy10	Modele warunkowo heteroskedastyczne szeregów czasowych. Ograniczenia modeli liniowych. Modele ARCH(p) i GARCH(p,q). Dopasowanie i diagnostyka modeli ARCH i GARCH.	2
Wy10	Wprowadzenie do analizy spektralnej szeregów czasowych. Gęstość spektralna. Periodogram – własności i zastosowania. Testy statystyczne wykrywające obecność efektów sezonowych.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1 Lab2	Analiza symulacyjna własności asymptotycznych estymatorów średniej, autokowariancji i autokorelacji. Weryfikacja hipotez o białoszumowości szeregu czasowego.	3
Lab3 Lab4	Metody eliminacji i estymacji trendu szeregu czasowego. Estymacja parametryczna i nieparametryczna. Metoda średniej ruchomej. Wygładzanie wykładnicze. Różnicowanie.	3
Lab5 Lab6	Estymacja parametrów modelu autoregresji (AR(p)). Metody doboru rzędu modelu dla modeli autoregresyjnych. Weryfikacja poprawności dopasowania modelu. Konstrukcja prognoz na bazie dopasowanego modelu.	3
Lab7 Lab8	Dopasowanie modeli ARMA(p,q). Estymacja parametrów i metody doboru rzędu modelu. Analiza poprawności dopasowania modelu (diagnostyka). Konstrukcja prognoz punktowych i przedziałowych (przedziałów predykcyjnych).	3
Lab9 Lab10	Prognozowanie niestacjonarnych szeregów czasowych. Modele ARIMA i SARIMA. Konstrukcja prognoz na bazie modeli dekompozycji. Porównanie dokładności prognoz.	3
Suma godzin		15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01-PEU_K03	Odpowiedzi ustne, referaty, sprawozdania z zadań laboratoryjnych
F2	PEU_W01-PEU_W06 PEU_K01-PEU_K03	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
P = 0,75*F1 + 0,25*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Brockwell P., Davis R., Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, 2nd edition, 2010. [2] Chatfield M. B., The Analysis of Time Series: An Introduction. Taylor Francis Inc, 2003. [3] Hyndman, R.J., Athanasopoulos, G., Forecasting: principles and practice, 3rd edition. http://otexts.org/fpp3/ , 2021. [4] Shumway R. H., Stoffer D. S., Time Series Analysis and its Applications With R Examples. Springer, 3rd edition, 2011. [5] Zagdański A., Suchwałko A., Analiza i prognozowanie szeregów czasowych. Praktyczne wprowadzenie na podstawie środowiska R. PWN, 2015.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> W czasie wykładu będą przekazywane studentom informacje dotyczące dodatkowych artykułów do lektury i zreferowania.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr inż. Adam Zagdański (Adam.Zagdanski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **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:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenia na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

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 Poznanie podstaw języka Promela oraz narzędzia Spin służącego do automatycznej weryfikacji.

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.

PEU_U02 W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć: implementować proste protokoły programowania współbieżnego w języku Promela i weryfikować ich własności przy użyciu Spin.

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	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Podstawy języka Promela oraz narzędzia Spin	4
Lab2	Proste protokoły w Promeli	2
Lab3	Automatyczna weryfikacja za pomocą Spin	4
Lab4	Złożone protokoły i ich weryfikacja	5
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny lub multimedialny.

N2. Rozwiązywanie przez studentów zadań programistycznych w języku Promela oraz weryfikacja własności zaproponowanych rozwiązań przy użyciu Spin.

N3. 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_U02, PEU_K01	Rozwiązywanie zadań na laboratoriach
F2	PEU_W01, PEU_U01	Kolokwium końcowe
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

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)

Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Bazy danych**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Databases**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Specjalność:
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,7		1,3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student zna podstawy wybranego języka programowania – *Wstęp do programowania*.
2. Student potrafi przygotować program generujący raport zawierający tekst, wzory matematyczne, wykresy oraz działające fragmenty kodu – *Wstęp do programowania*.
3. Student potrafi pracować na komputerze z poziomu powłoki tekstowej – *Wstęp do 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:

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:

PEU_U01 Student potrafi formułować optymalne zapytania do baz danych.

PEU_U02 Student potrafi tworzyć raporty oparte o bazy danych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

PEU_K02 Student jest przygotowany do pracy zespołowej nad projektami informatycznymi.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcia relacyjnej bazy danych oraz języka SQL; Dialekty języka SQL; Ogólny schemat budowy wybranej bazy danych.	1
Wy2	Formułowanie prostych zapytań do jednej tabeli z jednym wyrażeniem SELECT bez grupowania.	1
Wy3	Informacje o sposobie przechowywania wartości w bazach danych: typy liczbowe oraz znakowe; Braki danych.	1
Wy4	Dodatkowe typy danych; Praca z datami.	1
Wy5	Stosowanie grupowania oraz funkcji agregujących.	1
Wy6	Operacja łączenia tabel i podzapytania.	1
Wy7	Widoki i tabele tymczasowe.	1
Wy8	Klucze; Tworzenie tabel; Modyfikowanie tabel.	1
Wy9	Plany zapytań i profilowanie.	1
Wy10	Zaawansowane techniki w SQL.	1
Wy11	Integracja bazy danych z wybranymi narzędziami.	1
Wy12	Postaci normalne i normalizacja.	1
Wy13	Transakcje.	1
Wy14	Wybrane narzędzia business intelligence.	1
Wy15	Podsumowanie wykładu.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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 grupowaniem.	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	Ćwiczenia z integracji bazy danych z wybranymi narzędziami.	2
La13	Projektowanie baz danych za pomocą narzędzi graficznych.	2
La14	Ćwiczenia ze sprawdzania postaci normalnych baz danych.	2
La15	Prezentacje projektów grupowych; Podsumowanie laboratorium.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład multimedialny z elementami tradycyjnego.
N2. Laboratorium komputerowe.
N3. Praca własna studenta.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02 PEU_U01	Listy zadań realizowane podczas laboratorium.
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Projekt końcowy realizowany w grupie.
F3	PEU_W01 PEU_K01	Prezentacja indywidualna podczas laboratorium.
F4	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium lub kartkówki podczas wykładu (modyfikator oceny, możliwe wartości: -1, -0.5, 0, +0.5)
$P = 0.15 \cdot F1 + 0.6 \cdot F2 + 0.25 \cdot F3 + F4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

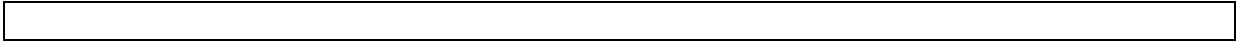
- [1] V. M. Grippa, S. Kuzmichev, *Learning MySQL*, O'Reilly 2021, wydanie 2.
[2] S. Botros, J. Tinley, *High Performance MySQL*, O'Reilly 2021, wydanie 4.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Zhao, *SQL Leksykon kieszonkowy*, Helion 2022, wydanie 4.
[2] L. Perkins, E. Redmond, J. Wilson, *Seven Databases in Seven Weeks*, The Pragmatic Bookshelf 2018, wydanie 2.

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

Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)
Tomasz Stroński (Tomasz.Stroinski@pwr.edu.pl)



WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Eksploracja danych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Data Mining
Kierunek studiów:	Matematyka, Matematyka i Analiza danych
Specjalność:	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5		1,3		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa.
2. Wstęp do programowania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie podstawowych rodzajów zadań eksploracji danych..
- 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 zdobytej 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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do problematyki eksploracji danych. Cel i rodzaje zadań eksploracji.	2
Wy2	Podstawy eksploracyjnej analizy danych wielowymiarowych. Rodzaje cech. Graficzna prezentacja danych. Wskaźniki sumaryczne i ich własności.	2
Wy3	Przygotowanie danych do eksploracji. Problem jakości danych. Obsługa brakujących danych. Podstawowe metody identyfikacji obserwacji odstających. Niezbędne przekształcenia wstępne danych.	4
Wy4	Metody redukcji wymiaru. Potrzeba i cel stosowania redukcji wymiaru. Analiza składowych głównych (PCA). Skalowanie wielowymiarowe (MDS).	4
Wy5	Klasyfikacja danych. Idea klasyfikacji. Klasyfikator bayesowski i jego własności. 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
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
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 wstępne 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
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna, N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej, N3 Konsultacje, N4 Praca własna studenta – przygotowanie do 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	Egzamin
P=0,5*F1+0,5*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)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

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 podstawowe twierdzenia i hipotezy teorii mnogości,
 PEU_W04 zna podstawowe teorio-mnogościowe własności podzbiorów przestrzeni polskich,

Z zakresu umiejętności student

- PEU_U01 potrafi przeprowadzać rozumowanie w aksjomatycznej teorii mnogości,
 PEU_U02 posługuje się indukcją i rekursją pozaskończoną,
 PEU_U03 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.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Aksjomaty teorii mnogości ZFC	2
Wy2	Liczby porządkowe – definicja i podstawowe własności	2
Wy3	Twierdzenie o indukcji pozaskończonyj i rekursji pozaskończonyj	2
Wy4	Proste przykłady zastosowań twierdzeń o indukcji i rekursji	3
Wy5	Liczby kardynalne - definicja i podstawowe własności	2
Wy6	Liczby kardynalne – elementy arytmetyki	3
Wy7	Hipoteza Continuum, pojęcie niezależności i niesprzeczności	2
Wy8	Przestrzenie polskie i zbiory borelowskie	2
Wy9	Własność podzbioru doskonałego zbiorów borelowskich	2
Wy10	Ideał zbiorów miary zero i miara Lebesgue'a	2
Wy11	Ideał zbiorów pierwszej kategorii i własność Baire'a	2
Wy12	Zbiory Vitaliego, Bernsteina, Sierpińskiego i Łuzina	2
Wy13	Współczynniki kardynalne ideałów	2
Wy14	Kolokwium	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Aksjomaty teorii mnogości	2
Ćw2	Indukcja i rekursja pozaskończonyj	3
Ćw3	Arytmetyka kardynalna	3
Ćw4	Zbiory borelowskie	2
Ćw5	Zbiory mierzalne oraz zbiory o własności Baire'a	3
Ćw6	Współczynniki kardynalne	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
1. Wykład tradycyjny lub multimedialny. 2. Ćwiczenia – rozwiązywanie zadań i problemów oraz dyskusja na ich temat. 3. 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_U05 PEU_K01-PEU_K03	Kontrola realizacji list zadań
F2	PEU_W01-PEU_W05	Kolokwium końcowe
P=0,4*F1+0,6*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u>
[1] T. Jech, Set Theory, Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York, 1997. [2] K. Kunen, Set Theory, An Introduction to Independence Proofs, North Holland, Amsterdam, 1980. [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 http://cs.pwr.edu.pl/cichon/archiwum.php
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u>
[1] J. Cichoń, Wykłady ze Wstępu do Matematyki (Dodatek A i B), Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2003.

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

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Funkcje zespolone
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Analytic Functions
Kierunek studiów:	Matematyka
Specjalność:	
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Obowiązkowy
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Analiza Matematyczna 2

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		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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 Wy7	Całka krzywoliniowa zorientowana i niezorientowana. Całki zespolone, twierdzenie i wzór Cauchy'ego, tw. Morery, zastosowania.	8
Wy8	Zera i osobliwości izolowane funkcji holomorficzych. Klasyfikacja.	2
Wy9	Tw. o wartości średniej, o maksimum modułu, zasada maksimum.	2
Wy10	Nierówności Cauchy'ego, funkcje całkowite, tw. Liouville'a, zas. tw. algebry.	2
Wy11	Ciągi i szeregi funkcji holomorficzych.	1
Wy12	Funkcje meromorficzne, residua, tw. o residuach, metody obliczania.	3
Wy13	Zastosowania do obliczania całek rzeczywistych.	2
Wy14	Iloczyny nieskończone	2
Wy15	Funkcje holomorficzne w pierścieniu, szeregi Laurenta.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Badanie zbieżności ciągów i szeregów zespolonych.	2
Ćw2	Badanie holomorficzności i przykładowe odwzorowania konforemne.	2
Ćw3 Ćw4 Ćw5	Całki krzywoliniowe. Zastosowania wzoru i tw. Cauchy'ego.	6
Ćw6 Ćw7	Analiza zer i osobliwości.	4
Ćw8 Ćw9	Rozwinięcia w szeregi potęgowe.	4
Ćw10	Metody obliczania residuów.	2
Ćw11 Ćw12	Obliczanie całek przy pomocy residuów.	4
Ćw13	Rozwinięcia w szeregi Laurenta.	2
Ćw14	Iloczyny nieskończone	2
Ćw15	Przykładowe zastosowania w innych dziedzinach.	2
Suma godzin		30

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

N3 Samodzielna prezentacja przez 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	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

$P=0,4*F1+0,6*F2$

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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Jerzy Ryczaj (Jerzy.Ryczaj@pwr.wroc.pl)

Dr hab. Bartłomiej Dyda (bartlomiej.dyda@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Grafy i sieci**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Graphs and networks**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

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 zna podstawowe algorytmy grafowe
PEK_W03 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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia teorii grafów.	3
Wy2	Trasy, ścieżki, drogi i cykle. Grafy spójne.	3
Wy3	Grafy eulerowskie i hamiltonowskie. Algorytm Fleury'ego.	2
Wy4	Drzewa. Kod Prüfera. Drzewa spinające i wzór Cayleya. Algorytmy Prima i Kruskala.	4
Wy5	Grafy planarne. Wzór Eulera dla wielościanów. 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 algorytm Forda-Fulkersona. Związek digrafów z łańcuchami Markowa.	4
Wy9	Grafy dwudzielne i skojarzenia. Twierdzenie Halla. Transwersale. Kwadraty łacińskie. Twierdzenia Mengera.	4
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Ćwiczenia ilustrujące poszczególne tematy wykładu.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
1. Klasyczny wykład przy tablicy. 2. Ćwiczenia w formie rozwiązywania zadań. 3. Konsultacje. 4. Praca własna studenta.	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 PEK_U01, PEK_U02 PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Kolokwium w trakcie semestru, ocena aktywności na ćwiczeniach
F2	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 PEK_U01, PEK_U02 PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02	Kolokwium zaliczeniowe
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
LITERATURA PODSTAWOWA:	
1. R. J. Wilson. Wprowadzenie do teorii grafów. PWN 1998.	
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:	
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. Bela Bollobas, Modern Graph Theory, Springer, 1998	
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)	
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: **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:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe własności paradygmatu programowania funkcyjnego	2
Wy2	Wprowadzenie do Haskellu	3
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
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Proste zadania programistyczne	2
La2	Przykłady kategorii, zasada dualności, specjalne rodzaje obiektów i strzałek, konstrukcje uniwersalne	2
La3	Funktory, klasy Functor oraz Foldable w Haskellu	2
La4	System typów i klas w Haskellu, typy i klasy definiowane przez użytkownika	2
La5	Naturalne transformacje i zastosowania lematu Yonedy	2
La6	Monady, operator bind >>= i pokrewne; notacja do	2
La7	Zastosowanie monad do rozwiązywania problemów programistycznych	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
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 –	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
-------------------------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------------

podsumowująca (na koniec semestru)		
F1		Kolokwium zaliczeniowe
F2		Ocena terminowości i jakości rozwiązań problemów programistycznych
$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Benjamin C. Pierce, Basic Category Theory for Computer Scientists, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 1991.</p> <p>[2] Bryan O'Sullivan, John Goerzen, and Don Stewart, Real World Haskell (1st. ed.), O'Reilly Media, Inc, 2008.</p> <p>[3] Simon Marlow (ed.), Haskell 2010 Language Report.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Miran Lipovaca, Learn You a Haskell for Great Good! A Beginner's Guide, No Starch Press, 2011.</p> <p>[2] Henk (Hendrik) Barendregt & E. Barendsen, Introduction to lambda calculus, Nieuw archief voor wisenkunde, 4, 337-372, 1984.</p> <p>[3] Steve Awodey, Category Theory (2nd. ed.), Oxford University Press, Inc., USA, 2010</p>
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: **Konwersatorium z matematyki współczesnej**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Discussion on Modern Mathematics**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstawowych wiadomości z przedmiotów obowiązkowych z pierwszych czterech semestrów studiów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z tematyką badawczą i zastosowaniami teorii będących przedmiotem badań współczesnej matematyki ze szczególnym uwzględnieniem badań prowadzonych na Wydziale Matematyki.
- C2 Wypracowanie umiejętności krytycznej oceny omawianych zagadnień i umiejętności wzięcia udziału w dyskusji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student posiada wiedzę o głównych zagadnieniach badawczych podejmowanych przez naukowców prowadzących badania na Wydziale Matematyki oraz zna wybrane otwarte problemy matematyki współczesnej.

PEU_W02 Student zna powiązania pomiędzy różnymi działami matematyki i ich potencjalne zastosowania.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi krytycznie odnieść się do zaprezentowanego referatu i w twórczy sposób uczestniczyć w dyskusji dotyczącej tego referatu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
W1	Prezentowanie wybranych zagadnień i otwartych problemów matematyki współczesnej ze wskazaniem ich wzajemnych powiązań oraz potencjalnych zastosowań.	30
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Dyskusja na temat przedstawionych zagadnień

N2. Prezentacje multimedialne

N3. Praca własna studenta na podstawie udostępnionych źródeł

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_W02 PEU_K01	ocena udziału w dyskusjach i aktywności w trakcie referatów
P = F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura

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

Dr hab. Jacek Małecki (jacek.malecki@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:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

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		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Lab1	Analiza prostych protokołów	2
Lab2	Szyfry blokowe – konstrukcja, analiza, ataki	3
Lab3	Kryptografia asymetryczna – szyfrowanie	3
Lab4	Podpisy cyfrowe	3
Lab5	Infrastruktura klucza publicznego	2
Lab6	Techniki ochrony prywatności	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Tradycyjny wykład N2. Rozwiązywanie zadań N3. Dyskusje 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 końcowe obejmujące wszystkie efekty uczenia się.		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [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.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] A. Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone Handbook of applied cryptography, CRC Press, 1996
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Klonowski
dr Marcin Michalski (marcin.k.michalski@pwr.edu.pl)

i.

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Logika algorytmiczna**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Algorithmic logic**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność: **Matematyka informatyczna**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenia na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowe pojęcia rachunku zdań (omówione na wykładzie z Wstępu do Logiki i Teorii Mnogości).
2. Elementy teorii relacji (omówione na wykładzie z Wstępu do Logiki i Teorii Mnogości).

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie z metodami logiki algorytmicznej, w szczególności rezolucją i SLD-rezolucją, oraz ich zastosowaniami.
C2 Poznanie języka deklaratywnego Prolog oraz zdobycie umiejętności programowania w nim.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Zna podstawowe metody logiki algorytmicznej, w szczególności systemy dowodzenia i SLD-rezolucję

PEU_W02 Zna metody automatycznego dowodzenia i weryfikacji programów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi stworzyć aplikację w języku Prolog

PEU_U02 Potrafi przetwarzać dane symboliczne

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Potrafi wyjaśnić podstawowe zagadnienia programowania deklaratywnego bez odwoływania się do wiedzy specjalistycznej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Formuły rachunku zdań	2
Wy2	Systemy dowodzenia w rachunku zdań	4
Wy3	Rezolucja	4
Wy4	Rachunek predykatów, formuły i modele	4
Wy5	Systemy dowodzenia w rachunku predykatów	4
Wy6	SLD-rezolucja	4
Wy7	Programowanie w logice	3
Wy8	Semantyka i weryfikacja programów	3
Wy9	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Język prolog, wprowadzenie	2
La2	Fakty i reguły	2
La3	Struktury danych w Prologu	4
La4	Rekurencja w Prologu	4
La5	Kurtyny i wątki	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny lub multimedialny.

N2. Rozwiązywanie zadań i problemów programistycznych w wyznaczonym środowisku języka Prolog.

N3. 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	U01, U02, K01	Ocena realizacji zadań na laboratorium
F2	W01, W02, K01	Kolokwium
P=0,5*F1+0,5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Mordechai Ben-Ari, Logika matematyczna w informatyce, WNT, Warszawa 2005
- [2] W.F. Clockisin, C. Melish, Prolog. Programowanie, Helion, Gliwice 2003.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] U. Nilsson, J. Małuszyński, Logic, Programing and Prolog, John Willey & Sons, Chichester 1995.

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

Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl

i.

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Metody Monte Carlo
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Monte Carlo Methods
Kierunek studiów:	Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Specjalność:	Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

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 twórczo współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne, omówienie karty przedmiotu i zasad zaliczania kursu. 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 antytetycznych.	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
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Generowanie zmiennych losowych o rozkładach ciągłych i dyskretnych – metoda odwracania dystrybuanty, algorytm Boxa-Mullera, metoda akceptacji i odrzuceń.	2
Lab2	Generowanie zmiennych losowych wielowymiarowych.	1
Lab3	Zastosowanie metody Monte Carlo do obliczania całek.	2
Lab4	Obliczanie całek za pomocą próbkowania istotnego.	2
Lab5	Zastosowanie metod MCMC w statystyce.	2
Lab6 Lab7	Rozwiązywanie zagadnień optymalizacyjnych za pomocą metody Monte Carlo - stochastyczne przeszukiwanie, metoda gradientu stochastycznego, symulowane wyżarzanie.	4
Lab8	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
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 laboratorium.
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. inż. Maciej Wilczyński , prof. PWr (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Metody nieparametryczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Nonparametric Methods
Kierunek studiów:	Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Specjalność:	Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Wybieralny
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstawowych pojęć oraz twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, takich jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne, model statystyczny, statystyka, estymator, test statystyczny.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Omówienie najważniejszych modeli nieparametrycznych.
- C2 Opisanie popularnych testów nieparametrycznych.
- C3 Przedstawienie sposobów estymacji dystrybuanty i gęstości rozkładu.
- C4 Prezentacja różnych sposobów nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.

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

- PE_W01 zna najważniejsze modele nieparametryczne;
- PE_W02 zna sposoby weryfikacji hipotez statystycznych w modelach nieparametrycznych,
- PE_W03 zna metody estymacji dystrybuanty i gęstości rozkładu,
- PE_W04 zna metody wykorzystywane w regresji nieparametrycznej.

Z zakresu umiejętności student:

PE_U01 potrafi stosować testy pojawiające się w różnych modelach nieparametrycznych,
 PE_U02 umie estymować dystrybuantę i gęstość rozkładu,
 PE_U03 potrafi wykorzystać różne metody nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.

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 twórczo współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne, omówienie karty przedmiotu i zasad zaliczania kursu. Modele nieparametryczne.	2
Wy2	Testy dla parametru położenia w problemie pojedynczej próby: test znaków, test rangowanych znaków Wilcoxon.	2
Wy3 Wy4	Testy dla parametru położenia w problemie dwóch prób: test sumy rang Wilcoxon, test Wilcoxon-Manna-Whitneya.	4
Wy5	Nieparametryczna analiza wariancji: test Kruskala-Wallisa i test Friedmana.	2
Wy6	Rangowe testy niezależności: test Spearmana i test Kendalla.	2
Wy7	Empiryczna funkcja wiarygodności i jej zastosowania.	2
Wy8	Estymacja dystrybuanty rozkładu.	2
Wy9	Testy zgodności Kolmogorowa-Smirnowa i Cramera von Misesa..	2
Wy10 Wy11	Estymacja gęstości: estymator histogramowy, estymator jądrowy, wybór szerokości pasma, cross-validation.	4
Wy12 Wy13	Regresja nieparametryczna: regresogram, lokalne średnie, estymator Nadaraya-Watsona, wielomiany lokalne, wybór szerokości pasma.	4
Wy14	Regularyzacja w nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Analiza własności testu znaków i testu rangowanych znaków Wilcoxon. Symulacyjne porównanie obu testów z testem t-Studenta.	2
La2	Analiza własności testu sumy rang Wilcoxonai. Symulacyjne porównanie tego testu z klasycznym testem t-Studenta dla dwóch prób niezależnych.	2
La3	Rangowe testy niezależności.	2
La4	Testy zgodności oparte na dystrybuancie empirycznej.	1
La5	Estymacja gęstości rozkładu: estymator histogramowy, estymator jądrowy. Cross-validation.	2
La6 La7	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji: regresogram, estymator Nadaraya-Watsona, wielomiany lokalne. Cross validation.	4
La8	Estymacja funkcji regresji za pomocą splajnów kubicznych.	2
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowo-informacyjny – metoda tradycyjna.
N2 Laboratorium komputerowe z użyciem pakietów Matlab lub R.
N3 Konsultacje.
N4 Praca własna studenta - przygotowanie do zajęć.

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	Odpowiedzi ustne, raporty z przeprowadzonych analiz.
F2	PEU_W01 - PEU_W04 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
$P=0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

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

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

Dr hab. inż. Maciej Wilczyński, prof. PWR (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy)
 Specjalność (jeśli dotyczy)

METODY REPREZENTACYJNE
Survey Sampling Methods
Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)

Poziom i forma studiów
 Rodzaj przedmiotu
 Kod przedmiotu
 Grupa kursów

I stopień, stacjonarna
Wybieralny
TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,1		0,6		

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 schematów losowania.
 C2 Prezentacja różnych metod estymacji średniej i globalnej wartości cechy oraz liczby i frakcji elementów wyróżnionych w populacji w zależności od sposobu losowania próby.
 C3 Przekazanie wiedzy dotyczącej wyznaczania przedziałów ufności dla parametrów populacji.
 C4 Prezentacja metod radzenia sobie z problemem brakujących danych.

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

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia metod reprezentacyjnych i podstawowe schematy losowania,
 PEU_W02 dla różnych schematów losowania zna metody estymacji średniej i globalnej wartości cechy oraz liczby i frakcji elementów wyróżnionych w populacji,
 PEU_W03 zna metody konstrukcji przedziałów ufności dla parametrów populacji,
 PEU_W04 zna sposoby radzenia sobie z problemem brakujących danych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi pobrać próbę zgodnie z poznanymi schematami losowania,
 PEU_U02 dla różnych schematów losowania potrafi wyznaczyć oszacowania średniej i globalnej wartości cechy oraz liczby i frakcji elementów wyróżnionych w populacji,

PEU_U03 umie wyznaczyć przedziały ufności dla parametrów populacji,
PEU_U04 potrafi poradzić sobie z problemem brakujących danych.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 posiada umiejętność stawiania sobie celów i realizowania ich z zachowaniem dobrych interpersonalnych relacji z członkami społeczności akademickiej,

PEU_K02 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne, omówienie karty przedmiotu i zasad zaliczania kursu. Populacja, cecha, parametr, próba losowa i plan losowania. Schemat losowania i operat losowania.	2
Wy2	Losowanie proste. Losowanie warstwowe. Alokacja próby między warstwy. Zasady tworzenia warstw. Warstwowanie po wylosowaniu próby.	2
Wy3 Wy4	Losowanie dwustopniowe. Optymalna lokalizacja próby. Schematy losowania: Rao-Hartleya-Cochrana, Hartleya-Rao, Sampforda, Suntera.	4
Wy5	Inne schematy losowania: losowanie systematyczne, losowanie dwufazowe. Badania powtarzalne.	2
Wy6	Statystyki opisowe.	2
Wy7 Wy8 Wy9	Wyznaczanie estymatorów średniej i globalnej wartości cechy oraz liczby i frakcji elementów wyróżnionych na podstawie prób wylosowanych zgodnie z poznanymi schematami losowania. Badanie własności estymatorów.	6
Wy10	Asymptotyczne aspekty w metodach reprezentacyjnych – centralne twierdzenie graniczne, zgodność estymatorów i ich asymptotyczna nieobciążoność.	2
Wy11	Ustalanie minimalnej liczebności próby.	2
Wy12	Konstrukcja przedziałów ufności dla parametrów populacji.	2
Wy13 Wy14	Estymacja parametrów przy brakujących danych. Imputacje.	4
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zarządzanie danymi: sprawdzanie poprawności danych, tworzenie podzbiorów danych, scalanie danych.	2
Lab2	Losowanie proste i losowanie warstwowe przy użyciu wybranego pakietu statystycznego.	2
Lab3	Losowanie dwustopniowe, losowanie wielostopniowe, losowanie systematyczne i losowanie dwufazowe.	2
Lab4	Wyznaczanie estymatorów średniej i globalnej wartości cechy oraz liczby i frakcji elementów wyróżnionych na podstawie prób wylosowanych zgodnie z poznanymi schematami losowania. Badanie własności estymatorów.	4
Lab5	Konstrukcja przedziałów ufności.	2
Lab6	Estymacja parametrów przy brakujących danych. Imputacje.	3
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, raporty.
F2	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02	Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie.
$P=0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Bracha Czesław. Teoretyczne podstawy metody reprezentacyjnej. Wydawnictwo Naukowe PWN 1996.
- [2] Magiera Ryszard. Modele i metody statystyki matematycznej. Część I Rozkłady i symulacja stochastyczna. GIS 2005.
- [3] Magiera Ryszard. Modele i metody statystyki matematycznej. Część II Wnioskowanie statystyczne. GIS 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Singh Sarjinder. Advanced Sampling Theory with Applications. Kluwer Academic Publisher 2003.
- [2] Dorofeev Sergey, Grant Peter. Statistics for Real-Life Sample Surveys. Non-Simple-Random Samples and Weighted Data. Cambridge University Press 2006.

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

Dr hab.inż. Maciej Wilczyński (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Methods of Solving Partial Differential Equations**

Kierunek studiów: **Matematyka**

Specjalność: **Matematyka ogólna**

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstawowych faktów i metod rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i ich układów.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Prezentacja podstawowych pojęć z zakresu równań różniczkowych cząstkowych.

C2 WYROBIEŃCIE UMIEJĘTNOŚCI SZUKANIA ROZWIĄZAŃ PODSTAWOWYCH KLAS RÓWNAŃ RÓZNICZKOWYCH CZĄSTKOWYCH.

C3 Zaprezentowanie zastosowań nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi w różnych dziedzinach nauki i praktyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia równań różniczkowych cząstkowych,

PEU_W02 zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych zwyczajnych,

PEU_W03 zna podstawowe wzory na rozwiązywanie wybranych klas równań różniczkowych cząstkowych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi zidentyfikować podstawowe klasy liniowych równań różniczkowych cząstkowych,

PEU_U01 potrafi rozwiązywać podstawowe rodzaje równań różniczkowych cząstkowych,

PEU_U03 potrafi podać zastosowania równań różniczkowych 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 cząstkowych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia równań różniczkowych cząstkowych. Liniowe równanie transportu: charakterystyki, rzuty charakterystyczne, warunki początkowe, wzór na rozwiązanie.	2
Wy2	Liniowe, semiliniowe i quasiliniowe równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu. Warunki początkowe. Charakterystyki, rzuty charakterystyczne, metoda Lagrange'a-Charpita. Interpretacja geometryczna.	3
Wy3	Rozwiązania ogólne semiliniowych i quasiliniowych równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu. Informacja o równaniach nieliniowych pierwszego rzędu, stożek Monge'a (przykład: równanie eikonału).	3
Wy4	Klasyfikacja liniowych równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu. Charakterystyki.	2
Wy5	Jednowymiarowe równanie falowe (z wyprowadzeniem). Wzór d'Alemberta. Warunki brzegowe. Metoda odbicia. Informacja o wzorze Kirchhoffa dla wielowymiarowych równań falowych i metodzie spadku.	3
Wy6	Zastosowanie metody rozdzielania zmiennych do rozwiązywania zagadnień brzegowo-początkowych dla jednowymiarowego równania falowego. Wartości i funkcje własne.	2
Wy7	Równanie ciepła (z wyprowadzeniem). Warunki początkowe (i brzegowe). Zastosowanie transformacji Fouriera do znalezienia rozwiązania fundamentalnego równania ciepła na całym R^2 .	2
Wy8	Jednowymiarowe równanie ciepła. Warunki brzegowe typu Dirichleta i Neumanna. Zastosowanie metody rozdzielania zmiennych do rozwiązywania zagadnień brzegowo-początkowych dla jednowymiarowego równania ciepła.	2
Wy9	Równania liniowe eliptyczne drugiego rzędu. Równanie Laplace'a jako opis stanu stacjonarnego dla równania przewodnictwa ciepła.	2
Wy10	Funkcje harmoniczne, ich podstawowe własności. Zasada maksimum.	2
Wy11	Funkcje Greena. Konstrukcja funkcji Greena dla koła w R^2 i dla półpłaszczyzny.	2
Wy12	Zastosowanie metody rozdzielania zmiennych do rozwiązywania zagadnień brzegowych dla równania Laplace'a. Informacja o równaniu Laplace'a we współrzędnych biegunowych walcowych i sferycznych. Informacja o funkcjach Bessela i Legendre'a.	2
Wy13	Zastosowanie transformacji Fouriera do rozwiązywania równania Blacka-Scholesa-Mertona.	3
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- Ćw15	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	15
Suma godzin		15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] H. Hattori, Partial Differential Equations. Methods, Applications and Theories, World Scientific, Singapore, 2013.
- [2] H. F. Weinberger, A First Course in Partial Differential Equations, with Complex Variables and Transform Methods, Wiley, New York, 1965.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] P. A. Markowich, Applied Partial Differential Equations: A Visual Approach, Springer, New York, 2007.

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

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

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Modele regresji i ich zastosowania
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Regression Models and their Applications
Kierunek studiów:	Matematyka
Specjalność:	Uczenie maszynowe i inżynieria danych
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Wybieralny
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1		1,3		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstawowych pojęć oraz twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, takich jak: zmienna losowa, rozkład prawdopodobieństwa, zbieżność rozkładów, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne, model statystyczny, statystyka, estymator, test statystyczny.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie popularnych modeli regresji i ich zastosowań.
- C2 Przedstawienie metod estymacji nieznanymi parametrami modeli regresji.
- C3 Wyrobienie umiejętności estymacji nieznanymi parametrami modeli regresji.
- C4 Wyrobienie umiejętności stosowania poznanych modeli regresji w analizie rzeczywistych danych, interpretacji uzyskanych wyników i formułowania wniosków.
- C5 Przedstawienie metod testowania hipotez dotyczących parametrów modeli regresji.
- C6 Wyrobienie umiejętności testowania hipotez dotyczących parametrów modeli regresji.
- C7 Przedstawienie metod wyboru zmiennych do modeli regresji.
- C8 Wyrobienie umiejętności wyboru zmiennych do modeli regresji.
- C9 Poznanie metod nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.
- C10 Wyrobienie umiejętności nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

- PEU_W01 zna popularne modele regresji i ich zastosowania,
- PEU_W02 zna metody estymacji nieznanymi parametrami modeli regresji,
- PEU_W03 zna metody testowania hipotez dotyczących parametrów modeli regresji,
- PEU_W04 zna metody wyboru zmiennych do modeli regresji,
- PEU_W05 zna metody nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.

Z zakresu umiejętności student

- PEU_U01 potrafi estymować parametry w modelach regresji,

PEU_U02 potrafi stosować poznane modele regresji w analizie rzeczywistych danych, interpretować uzyskane wyniki i formułować wnioski,
 PEU_U03 potrafi testować hipotezy dotyczące parametrów modeli regresji,
 PEU_U04 potrafi dokonać wyboru zmiennych do modeli regresji,
 PEU_U05 potrafi estymować funkcję regresji.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy,
 PEU_K02 potrafi twórczo współdziałać w grupie studenckiej, budować pozytywne więzi emocjonalne z jej członkami.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 Wy2	Modele regresji liniowej. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów, metodą ważonych najmniejszych kwadratów i metodą największej wiarygodności.	4
Wy3 Wy4	Testowanie hipotez w modelach regresji liniowej.	4
Wy5	Przedziały ufności w modelach regresji liniowej.	2
Wy6	Metody krokowe wyboru zmiennych do modelu.	2
Wy7	Kryterium Akaike'a wyboru zmiennych do modelu i jego modyfikacje.	2
Wy8	Weryfikacja założeń modelu regresji liniowej.	2
Wy9	Zastosowania modelu regresji liniowej w predykcji.	2
Wy10	Estymacja parametrów w regresji nieliniowej. Linearyzacja modelu.	2
Wy11 Wy12	Regresja grzbietowa, lasso, elastic net.	4
Wy13 Wy14	Modele regresji dla danych binarnych. Estymacja parametrów w modelu regresji logistycznej.	4
Wy15	Zastosowanie modeli regresji dla danych binarnych w klasyfikacji i w zagadnieniu <i>bioassay</i> .	2
Wy16	Testowanie hipotez w modelach regresji dla danych binarnych.	2
Wy17	Przedziały ufności w modelach regresji dla danych binarnych.	2
Wy18	Wybór zmiennych w modelu regresji dla danych binarnych.	2
Wy19	Testowanie zgodności dopasowania modelu regresji dla danych binarnych.	2
Wy20 Wy21	Regresja nieparametryczna: regresogram, lokalne średnie, estymator Nadaraya-Watsona, wybór szerokości pasma.	4
Wy22	Regularyzacja w nieparametrycznej estymacji funkcji regresji.	3
Suma godzin		45

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wyznaczanie oszacowań parametrów modelu regresji liniowej na podstawie rzeczywistych danych.	2
Lab2	Testowanie hipotez dotyczących nieznanych parametrów modelu regresji liniowej na podstawie rzeczywistych danych.	2
Lab3 Lab4	Wybór zmiennych do modelu regresji liniowej w analizie rzeczywistych danych.	4
Lab5	Weryfikacja założeń modelu regresji liniowej.	2

Lab6	Zastosowania modelu regresji liniowej w predykcji.	2
Lab7	Estymacja parametrów w regresji nieliniowej. Linearyzacja modelu.	2
Lab8	Regresja grzbietowa, lasso i elastic net.	2
Lab9	Wyznaczanie oszacowań nieznanymi parametrów regresji dla danych binarnych na podstawie rzeczywistych danych. Interpretacja wyników.	2
Lab10	Zastosowanie modeli regresji dla danych binarnych w klasyfikacji i w zagadnieniu bioassay.	2
Lab11	Testowanie hipotez dotyczących nieznanymi parametrów modelu regresji dla danych binarnych na podstawie rzeczywistych danych.	2
Lab12	Wybór zmiennych w modelu regresji dla danych binarnych.	2
Lab13	Testowanie zgodności dopasowania modelu regresji dla danych binarnych.	2
Lab14 Lab15	Nieparametryczna estymacja funkcji regresji.	4
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W05 PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02	Odpowiedzi ustne, raporty z przeprowadzonych analiz.
F2	PEU_W01-PEU_W05 PEU_K01	Egzamin.
$P=0,5 \cdot F1+0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Magiera R. (2007). Modele i metody statystyki matematycznej. Cz. II. Wnioskowanie statystyczne. GiS, Wrocław.
- [2] Koronacki J., Mielniczuk J. (2018). Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych. PWN.
- [3] Sheskin, D. J. (2000). Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures. Chapman & Hall/CRC.
- [4] Wasserman L. (2004). All of Statistics. A Concise Course in Statistical Inference. Springer.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Agresti, A. (2002) Categorical Data Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- [2] Neter J., Wasserman W., Kutner M.H. (1989). Applied Linear Regression Models. Richard D. Irwin, Inc., Burr Ridge, Boston, Sydney, second edition.

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

Dr hab. Alicja Jokieli-Rokita, prof. PWr (Alicja.Jokieli-Rokita@pwr.edu.pl)
 Dr hab. inż. Maciej Wilczyński, prof. PWr (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.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, Matematyka i Analiza Danych**
 Specjalność: **Uczenie maszynowe i inżynieria danych (na kierunku Matematyka)**

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

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	Wartość pieniądza w czasie	2
Wy2	Instrumenty dłużne i waluty	4

Wy3	Teoria portfela	4
Wy4	Kontrakty terminowe	4
Wy5	Opcje	4
Wy6	Model dwumianowy i model Blacka-Scholesa (-Mertona) wyceny opcji	4
Wy7	Monte Carlo w finansach	2
Wy8	Analiza techniczna	2
Wy9	System finansowy	2
Wy10	Pułapki modelowania rynków finansowych	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Podstawy pracy z danymi finansowymi	2
Lab2	Wartość pieniądza w czasie	2
Lab3	Instrumenty dłużne	2
Lab4	Teoria portfela	2
Lab5	Kontrakty terminowe	3
Lab6	Opcje	3
Lab7	Analiza techniczna	1
Suma godzin		15

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02 PEU_K01	Kolokwia, kartkówki
F2	PEU_U01 PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kolokwia, kartkówki
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] M. Capiński, T. Zastawniak, Mathematics for Finance. An Introduction to Financial Engineering, Springer, 2011.
[2] A. Weron, R. Weron, Inżynieria finansowa, WNT, 1998 i późniejsze.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] F. J. Fabozzi, Rynki obligacji. Analiza i strategię, WIG-Press, Warszawa, 1999 i późniejsze.
[2] J. Hull, Kontrakty terminowe i opcje. Wprowadzenie, WIG-Press, Warszawa, 1998.
[3] J. J. Murphy, Analiza Techniczna Rynków Finansowych. Wyd. Maklerska.pl, 2017.
[4] J. C. Ritchie, Analiza fundamentalna, WIG-Press, Warszawa, 1997.
[5] D. Ruppert, D.S. Matteson, Statistics and Data Analysis for Financial Engineering with R examples, Springer, 2015.

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

Dr Kamil.Bogus (kamil.bogus@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Obliczenia kwantowe**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Quantum computing**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość liczb zespolonych i operacji algebraicznych na liczbach zespolonych.
2. Znajomość macierzy i operacji na macierzach.
3. Znajomość przestrzeni liniowych i przekształceń liniowych.
4. Znajomość iloczynu skalarnego, przestrzeni Hilberta i baz ortonormalnych.
5. Znajomość przekształceń sprzężonych, samosprzężonych i unitarnych.
6. Znajomość metod wyznaczania wartości i wektorów własnych macierzy.
7. Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie podstaw obliczeń kwantowych na układach kubitów.
C2 Przedstawienie najważniejszych algorytmów kwantowych.
C3 Przedstawienie kwantowej transformaty Fouriera i jej zastosowań.

C4 Przekazanie podstawowej wiedzy o stanach rozkładalnych i splątanych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student posiada podstawową wiedzę z zakresu obliczeń kwantowych.

PEU_W02 Student zna kwantową transformatę Fouriera i jej zastosowania.

PEU_W03 Student zna główne algorytmy kwantowe.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi wykonywać obliczenia na układach kubitów i zna proste obwody kwantowe.

PEU_U02 Student potrafi wykonywać obliczenia przy pomocy kwantowej transformaty Fouriera i stosować ją do wybranych algorytmów kwantowych.

PEU_U03 Student potrafi analizować obliczenia i algorytmy kwantowe pod kątem ich przydatności, zna ich zalety oraz ograniczenia.

PEU_U04 Student potrafi zastosować programy komputerowe do wykonywania obliczeń.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi korzystać z literatury naukowej.

PEU_K02 Student potrafi precyzyjnie zadawać pytania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Postulaty mechaniki kwantowej. Przestrzeń stanów układu kwantowego. Zasada superpozycji. Unitarna ewolucja. Pomiar kwantowy. Zasada nieoznaczoności Heisenberga.	2
Wy2	Kubit i jego reprezentacja na sferze Blocha.	1
Wy3	Iloczyn tensorowy przestrzeni Hilberta. Układy złożone z wielu kubitów. Operacje unitarne na układach złożonych. Twierdzenie o nieklonowaniu.	2
Wy4	Stany rozkładalne i stany splątane. Stany Bella. Supergęste kodowanie. Kwantowa teleportacja.	2
Wy5	Klasyczne i kwantowe bramki logiczne. Macierze Pauliego. Bramka Hadamarda. Uniwersalny zbiór jednokubitowych bramek kwantowych. Jednokubitowe obliczenia kwantowe.	2
Wy6	Dwukubitowe bramki logiczne. Bramka sterowana CNOT. Uniwersalny zbiór wielokubitowych bramek kwantowych. Obwody kwantowe i wielokubitowe obliczenia kwantowe.	2
Wy7	Pierwsze algorytmy kwantowe: algorytm Deutscha i algorytm Deutscha-Jozsy.	3

Wy8	Dyskretna transformata Fouriera. Kwantowa transformata Fouriera.	2
Wy9- Wy10	Zastosowania kwantowej transformaty Fouriera do algorytmów kwantowych: estymacja fazy, wyznaczanie rzędu elementu grupy, określanie okresu funkcji.	3
Wy11- Wy12	Algorytm Shora. Faktoryzacja liczb naturalnych. Dyskretne logarytmy.	4
Wy13	Problem ukrytej podgrupy i jego zastosowania.	3
Wy14	Algorytm kwantowego przeszukiwania Grovera.	2
Wy15	Wybrane zastosowania obliczeń kwantowych. Komputer kwantowy.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykład układów kwantowych, stanów kwantowych, ich superpozycji i unitarnej ewolucji, przykłady obserwabli. Zasada nieoznaczoności.	2
Ćw2	Kubit i jego reprezentacja na sferze Blocha.	2
Ćw3	Iloczyn tensorowy przestrzeni wektorowych, unitarnych i przestrzeni Hilberta. Operatory na iloczynach tensorowych. Twierdzenie o niekłonowaniu.	2
Ćw4	Układy kubitów. Stany rozkładalne i splątane. Obliczenia przy użyciu stanów splątanych.	2
Ćw5	Obliczenia kwantowe na kubitach dla podstawowych bramek kwantowych.	2
Ćw6	Obliczenia kwantowe na układach kubitów dla podstawowych bramek dwukubitowych.	2
Ćw7	Kolokwium 1.	1
Ćw8	Algorytm Deutscha i Deutscha-Jozsy.	2
Ćw9	Kwantowa transformata Fouriera.	3
Ćw10	Zastosowania kwantowej transformaty Fouriera do algorytmów kwantowych.	2
Ćw11	Algorytm Shora i jego zastosowania.	4
- Ćw12		
Ćw13	Problem ukrytej podgrupy.	3
Ćw14	Algorytm przeszukiwania Grovera.	2
Ćw15	Kolokwium 2.	1
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna
N2 Ćwiczenia problemowe i rachunkowe – metoda tradycyjna z wykorzystaniem komputera.
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	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia

	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01, PEU_K02	
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.</p> <p>[2] Mika Hirvensalo, Quantum Computing, Springer-Verlag, Berlin, 2004.</p> <p>[3] Wolfgang Scherer, Mathematics of Quantum Computing: An Introduction, Springer, Cham, 2019.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Chris Bernhard, Obliczenia kwantowe dla każdego, PWN, Warszawa, 2020.</p> <p>[2] Ronald De Wolf, Quantum Computing: Lecture Notes, University of Amsterdam, 2022</p> <p>[4] Bernard Zygelman, A First Introduction to Quantum Computing and Information, Springer, Cham, 2018.</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Prof. dr hab. Romuald Lenczewski, romuald.lenczewski@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, Matematyka i Analiza Danych**
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
Liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5	1,3			

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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	Szczególne 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
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykłady zastosowań analizy wymiarowej.	1
Ćw2	Kinematyka punktu materialnego we współrzędnych krzywoliniowych.	1
Ćw3	Rozwiązywanie równań Newtona w najprostszyc 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 ₂ .	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
Suma godzin		30

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=F1*0,5+F2*0,5		

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. Mitus (Antoni.Mitus@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Podstawy Przedsiębiorczości**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Basics of Entrepreneurship**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **Obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów:

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kurs dedykowany studentom różnych specjalności, pragnących zdobyć elementarną wiedzę z podstaw tworzenia i funkcjonowania przedsiębiorstw na rynku Polskim i międzynarodowym.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zdobyć wiedzę w zakresie przedsiębiorczości
C2 Poznanie instrumentów i narzędzi tworzenia i funkcjonowania przedsiębiorstw.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 ma uporządkowaną wiedzę z zakresu tworzenia form organizacyjnoprawnych prowadzenia działalności gospodarczej w aspekcie tworzenia nowych przedsiębiorstw,
- PEK_W02 charakteryzuje i zna podstawowe obszary pozyskiwania kapitału i strategię, modele, metody zarządzania i rozwoju organizacji gospodarczej,

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 potrafi wyszukać i zinterpretować wiedzę związaną z przedsiębiorczością,
- PEK_U02 potrafi skonstruować biznesplan nowego przedsiębiorstwa,

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 pozyska umiejętność kreatywnego myślenia w tworzeniu indywidualnego biznesu,
- PEK_K01 pozyska aktywną postawę przedsiębiorczą do realizacji małych przedsięwzięć biznesowych .

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Ustalenie formy i warunków zaliczenia przedmiotu. Definiowanie przedsiębiorczości i instytucje wspierające	2
Wy2	Miejsca występowania przedsiębiorczości (gospodarstwa domowe, instytucje administracyjne i rynek)	2
Wy3	Rodzaje przedsiębiorczości- charakter działalności	2
Wy4	Wymiana informacji – BIK , BIG, GUS	2
Wy5	Źródła pozyskiwania kapitału	2
Wy6	Dobór form opodatkowania: CIT, PIT	2
Wy7	Ubezpieczenia społeczne w prowadzeniu firmy- ZUS	2
Wy8	Inwestycje rzeczowe i finansowe	2
Wy9	Elementy biznesplanu i budżetu	2
Wy10	Zarządzanie ryzykiem w biznesie	2
Wy11	Modele biznesowe i strategia marketingowa	2
Wy12	Bezpieczeństwo elektronicznego biznesu- KIR	2
Wy13	Ochrona własności intelektualnej	2
Wy14	Sprawdzenie poziomu wiedzy studentów- case study.	2
Wy15	Reasumpcja – analiza i dyskusja wyników kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. laptop
- N2. prezentacja multimedialna

N3 raporty

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02,PEK_U01, PEK_U02,	Pomiar kreatywnego myślenia przez udział w dyskusji na zajęciach (wykładzie)
F2	PEK_W01, PEK_W02,PEK_U01, PEK_U02,	Pomiar wiedzy przez, przygotowanie semestralnej pracy pisemnej
F3	PEK_K01	Pomiar wiedzy przez rozwiązywanie case study
$P = 0,25F1 + 0,5F2 + 0,25F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Parkitna, Determinanty efektywności małego przedsiębiorstwa Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2020.
- [2] J. Skonieczny (red.), Kształtowanie zachowań innowacyjnych, przedsiębiorczych i twórczych w edukacji inżyniera, Wydawnictwo Indygo Zahir Media, Wrocław, 2011
- [3] P. Drucker, Natchnienie i fart czyli innowacja i przedsiębiorczość, Wydawnictwo Studia Emka, Warszawa 2004

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] A. Parkitna, K. Urbańska, Poradnik Przedsiębiorcy, Jak założyć działalność gospodarczą?, cz. 1, Urząd miasta Świdnica 2022 e-book
- [5] A. Parkitna, K. Urbańska, Poradnik Przedsiębiorcy, Jak prowadzić i rozwijać firmę?, cz. 2, Urząd miasta Świdnica, 2022 , e-book
- [6] J. Woźniak, Innowacje oszczędne. Dojrzałość koncepcji w Polsce a bezpieczeństwo przedsiębiorstw, Seria: Ekonomia Zarządzanie, Wydawnictwo C.H.Beck , 2022

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

Agnieszka Parkitna, agnieszka.parkitna@pwr.edu.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: **Wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	0				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	150				
Forma zaliczenia	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy					
Liczba punktów ECTS	6				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	6				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	6				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstawowych pojęć, twierdzeń i metod z zakresu obowiązkowych kursów matematycznych z pierwszych pięciu semestrów studiów.
2. Wiedza z zakresu 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: **Programowanie liniowe i optymalizacja**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Linear programming and Optimization**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		0,7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Zaliczenie kursów Algebra M1 oraz Analiza matematyczna M1 lub ich odpowiedników uznanych w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przekazanie wiedzy dotyczącej programowania liniowego.
- C2 Prezentacja metod pozwalających na rozwiązywanie problemów programowania liniowego.
- C3 Przedstawienie problemów optymalizacji i metod ich rozwiązywania.
- C4 Wyrobienie umiejętności komputerowego rozwiązywania problemów programowania liniowego i optymalizacji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student:

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia z zakresu programowania liniowego,
PEU_W02 zna algorytmy i metody programowania liniowego, w tym algorytm sympleks, jego modyfikacje oraz zastosowania,
PEU_W03 zna pojęcia optymalizacji bez ograniczeń i z ograniczeniami oraz metody ich rozwiązywania.

Z zakresu umiejętności student:

PEU_U01 potrafi zapisać problem programowania liniowego w postaci pozwalającej na zastosowanie jednej z poznanych metod,
PEU_U02 potrafi zapisać zadanie optymalizacyjne w postaci pozwalającej na zastosowanie jednej z poznanych metod,
PEU_U03 używa odpowiednich pakietów i bibliotek, aby rozwiązać komputerowo problem programowania liniowego,
PEU_U04 używa odpowiednich pakietów i bibliotek, aby rozwiązać komputerowo zadanie optymalizacyjne.

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do programowania liniowego. Ogólne zadanie programowania liniowego.	2
Wy2	Algorytm sympleks i jego geometryczna interpretacja. Modyfikacje algorytmu sympleksowego.	4
Wy3	Problem dualny. Związki pomiędzy rozwiązaniem problemu i problemu dualnego.	4
Wy4	Inne algorytmy programowania liniowego. Uwagi o złożoności obliczeniowej.	2
Wy5	Parametryczne programowanie liniowe.	2
Wy6	Zagadnienia sprowadzalne do zadań programowania liniowego. Programowanie całkowitoliczbowe.	4
Wy7	Optymalizacja bez ograniczeń. Metody iteracyjne. Metody gradientowe. Metoda Newtona.	4
Wy8	Optymalizacja z ograniczeniami. Mnożniki Lagrange'a. Twierdzenie Karusha-Kuhna-Tuckera. Metody funkcji kary.	4
Wy9	Optymalizacja wypukła.	2
Wy10	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1-La7	Poznanie pakietów i bibliotek pozwalających na rozwiązywanie zadań programowania liniowego oraz optymalizacyjnych.	15

	Rozwiązywanie zadań dotyczących zagadnień omawianych na wykładzie.	
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna lub z wykorzystaniem projektora.	
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_W01- PEU_W03, PEU_U01- PEU_U04 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01- PEU_U04, PEU_K01	Oceny za oddawane ćwiczenia laboratoryjne
P=0.5*F1+0.5*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] I. Nykowski, Programowanie liniowe, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, 1984. [2] R. J. Vanderbei, Linear Programming: Foundations and Extensions, Springer Nature, 2020. [3] S. Zak, E.K.P. Chong, An Introduction to Optimization, 4th Edition, Wiley, 2013. [4] A. Cegielski, Programowanie matematyczne cz. 1. Programowanie liniowe, Wydawnictwo Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2002. [5] W. Grabowski, Programowanie matematyczne, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, 1980.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[6] R.S. Garfinkel, G.L. Nemhauser, Programowanie całkowitoliczbowe, PWN, 1978. [7] S. Boyd, L. Vanderberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004 [8] A. Stachurski, A. Wierzbicki, Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza PW, 1999.</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr inż. Wojciech Połowczuk (Wojciech.Polowczuk@pwr.edu.pl) dr Tomasz Stroński (Tomasz.Stroinski@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Programowanie**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Computer Programming**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Specjalność:
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania — *Wstęp do programowania.*
2. Student potrafi posługiwać się powłoką tekstową — *Wstęp do programowania.*
3. Student potrafi pracować w rozproszonym systemie kontroli wersji — *Wstęp do programowania.*

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się z podstawowymi zagadnieniami informatyki.
 C2 Pozyskanie umiejętności praktycznego zastosowania poznanej wiedzy, w szczególności implementacji prostych algorytmów.
 C3 Poznanie zasad projektowania aplikacji w paradygmacie programowania obiektowego.
 C4 Poznanie podstaw obsługi arkuszy kalkulacyjnych i tworzenia makr.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna podstawowe pojęcia informatyki, takie jak program, algorytm i złożoność obliczeniowa.

PEU_W02 Student zna zasady projektowania aplikacji w paradygmacie programowania obiektowego.

PEU_W03 Student zna zasadę działania arkusza kalkulacyjnego i makr.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi zaimplementować algorytm w wybranym języku programowania.

PEU_U02 Student potrafi zmierzyć czas wykonania programu i porównać go z wyznaczoną złożonością obliczeniową.

PEU_U03 Student potrafi zaimplementować program składający się z wielu klas.

PEU_U04 Student potrafi rozbić problem na logiczne bloki w formie funkcji, klas i modułów.

PEU_U05 Student potrafi obsługiwać arkusze kalkulacyjne i tworzyć makra.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki i jej zastosowań w matematyce.

PEU_K02 Student jest przygotowany do pracy zespołowej nad projektami informatycznymi.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Mierzenie czasu działania algorytmu; Złożoność obliczeniowa.	2
Wy2	Przykładowe algorytmy wyszukiwania i poszukiwania.	2
Wy3	Rekurencja i przykładowe algorytmy rekurencyjne.	2
Wy4	Sprawdzanie pierwszości liczb; Rozkład na czynniki pierwsze.	2
Wy5	Podstawowe algorytmy sortowania.	2
Wy6	Algorytmy na napisach; Praca z czasem i datami.	2
Wy7	Wstęp do programowania obiektowego; Atrybuty i metody; Metody specjalne; Iteratory i generatory.	2
Wy8	Dziedziczenie w Pythonie; Abstrakcyjne klasy bazowe.	2
Wy9	Metody klas i statyczne; Właściwości; Adnotacje typów; Diagramy UML.	2
Wy10	Testy jednostkowe; Zasady dokumentowania kodu; Zasady projektowania aplikacji.	2
Wy11	Przykład większej aplikacji w bibliotece PyGame.	2
Wy12	Zaawansowane korzystanie z arkuszy kalkulacyjnych.	2
Wy13	Podstawy języka VBA.	2
Wy14	Tworzenie makr arkusza kalkulacyjnego w języku VBA.	2
Wy15	Tworzenie makr arkusza kalkulacyjnego w języku Python.	2

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Przypomnienie składni języka Python; Ćwiczenia z mierzenia czasu wykonywania kodu.	2
La2	Ćwiczenia dotyczące algorytmów wyszukiwania i poszukiwania.	2
La3	Ćwiczenia dotyczące algorytmów rekurencyjnych.	2
La4	Ćwiczenia dotyczące algorytmów wyznaczania i zliczania liczb pierwszych oraz ich zastosowania.	2
La5	Ćwiczenia dotyczące algorytmów sortowania.	2
La6	Ćwiczenia dotyczące algorytmów na napisach.	2
La7- La9	Ćwiczenia dotyczące programowania obiektowego oraz przygotowywania diagramów UML.	6
La10	Ćwiczenia dotyczące testów jednostkowych.	2
La11	Ćwiczenia z pracy z istniejącym kodem – modyfikowanie przykładowej aplikacji udostępnionej podczas wykładu.	2
La12- La14	Ćwiczenia z arkusza kalkulacyjnego oraz VBA.	6
La15	Ćwiczenia z arkusza kalkulacyjnego oraz biblioteki xlwings.	2
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Listy zadań realizowane podczas laboratoriów.
F2	PEU_W02 PEU_U01 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02	Projekt grupowy dotyczący zaprojektowania i stworzenia aplikacji wykorzystującej paradygmat programowania obiektowego.
F3	PEU_W03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01	Sprawozdanie dotyczące wykorzystania makr w arkuszach kalkulacyjnych.

F4	PEU_W01	Kolokwium lub kartkówki podczas wykładu (modyfikator oceny, możliwe wartości: -1, -0.5, 0, +0.5)
$P = 0.3 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2 + 0.2 \cdot F3 + F4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. Ramalho, *Fluent Python*, O'Reilly 2022, wydanie 2
- [2] B. Slatkin, *Effective Python*, Addison-Wesley 2019, wydanie 2.
- [3] R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik, *Matematyka konkretna*, Wydawnictwo naukowe PWN 2012, wydanie 4.
- [4] J. Green, S. Bullen, R. Bovey, M. Alexander, *Excel 2007 VBA Programmer's Reference*, Willey 2011, wydanie 1.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] D. Harrell, *Rzecz o istocie informatyki. Algorytmika*, WNT 2000, wydanie 1.
- [2] A. Hunt, D. Thomas. *Pragmatyczny programista. Od czeladnika do mistrza*. WNT 2002, wydanie 1.

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

Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)
Wojciech Połowczuk (Wojciech.Polowczuk@pwr.edu.pl)
Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Projekt tematyczny**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Thematic project**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów:

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				50	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				240	
Forma zaliczenia				zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS				8	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				8	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				1,7	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstawowych pojęć, twierdzeń i metod z zakresu obowiązkowych kursów matematycznych z pierwszych sześciu semestrów studiów.
2. Wiedza z zakresu programowania.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Napisanie opracowania dotyczącego wybranego zagadnienia z matematyki lub jej zastosowań.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student posiada wiedzę z metodyki pracy przy tworzeniu opracowania dotyczącego wybranego zagadnienia z matematyki lub jej zastosowań.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi zapoznać się z literaturą i stanem wiedzy dotyczącymi wybranego zagadnienia.

PEU_U02 Student potrafi w syntetyczny sposób opisać stan wiedzy dotyczący danego zagadnienia.

PEU_U03 Student potrafi rozwiązać konkretny problem z matematyki lub jej zastosowań.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi współpracować przy tworzeniu opracowania.

PEU_K02 Student potrafi zaprezentować wyniki otrzymane w opracowaniu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
P1	Przygotowanie do stworzenia opracowania, określenie wymagań wobec opracowania. Zapoznanie się z literaturą i stanem wiedzy dotyczącymi wybranego zagadnienia.	5
P2	Pierwszy etap prac nad opracowaniem.	15
P3	Prezentacje otrzymanych wyników w pierwszym etapie prac. Przedstawienie trudności jakie zostały napotkane. Dyskusja dotycząca prezentacji.	5
P4	Drugi etap prac nad opracowaniem.	20
P5	Końcowe prezentacje wyników otrzymanych w opracowaniu.	5
	Suma godzin	50

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Konsultacje

N3. Wygłaszanie prezentacji

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_U02 PEU_K02	ocena prezentacji
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_K01	ocena opracowania

$P = F1 * 0,3 + F2 * 0,7$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

L. Lamport, Latex: System opracowywania dokumentów. Podręcznik i przewodnik użytkownika, WNT 2004, wydanie drugie.

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

Prof. dr hab. Tadeusz Kulczycki, tadeusz.kulczycki@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:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1		0,6		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- Umiejętność programowania w języku Python.
- Podstawowa znajomość HTML, CSS oraz języka Javascript.
- 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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne.	1
La2	Praca z systemem kontroli wersji oraz integracji ciągłej (Lista zadań La2).	1

La3	Zasady tworzenia dokumentów HTML oraz stylowania z wykorzystaniem arkuszy styli CSS.	1
La4	Programowanie w języku Javascript (Lista zadań La3 + La4).	1
La5	Podstawy pracy z frameworkiem Angular. Środowisko developerskie.	1
La6	Architektura komponentowa. Zasady komunikacji międzykomponentowej.	1
La7	Serwisy. Routing. Testowanie.	1
La8	Lista zadań La5 + La6 + La7	1
La9	Tworzenie komponentów serwerowych w języku Python.	1
La10	Projektowanie interfejsów REST. Integracja backendu i frontendu.	1
La11	Mechanizmy składowania danych.	1
La12	Integracja mechanizmów składowania danych w języku Python.	1
La13	Testowanie kodu backendowego.	1
La14	Lista zadań La9 + La10 + La11 + La12 + La13	1
La15	Podsumowanie zagadnień. Termin rezerwowany zaliczeń.	1
	Suma godzin	15

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.
P = P1+P2		

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 Programowa kierunku Matematyka

i.

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Rachunek Prawdopodobieństwa**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Probability Theory**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	90			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,7	1,1			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zaliczenie kursu Analiza matematyczna M1 lub jego odpowiednika uznanego w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.
2. 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 i rozumie ich znaczenie teoretyczne.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi obliczać prawdopodobieństwa w modelu klasycznym i geometrycznym,
PEU_U02 potrafi obliczać prawdopodobieństwa warunkowe,
PEU_U03 potrafi sprawdzić, czy dane zdarzenia lub zmienne losowe są niezależne,
PEU_U04 potrafi obliczać rozkłady sum zmiennych losowych o danym rozkładzie łącznym,
PEU_U05 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.	1
Wy2	Elementy kombinatoryki: permutacje, kombinacje, wariacje.	1
Wy3	Przestrzeń probabilistyczna i podstawowe własności prawdopodobieństwa. Klasyczna definicja prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo geometryczne.	2
Wy4	Zmienna losowa. Rozkład zmiennej losowej. Dystrybuanta.	2
Wy5	Dyskretne rozkłady prawdopodobieństwa.	2
Wy6	Ciągłe rozkłady prawdopodobieństwa.	2
Wy7	Funkcje zmiennych losowych i wyznaczanie ich rozkładów.	2
Wy8	Prawdopodobieństwo warunkowe i wzór Bayesa.	2
Wy9	Kolokwium 1	1
Wy10	Niezależność stochastyczna układów zdarzeń. Lematy Borela–Cantelliego. Niezależność zmiennych losowych. Schemat Bernoulliego.	3
Wy11	Wartość oczekiwana, wariancja i momenty zmiennej losowej. Nierówności Markowa i Czebyszewa.	2

Wy12	Rozkłady łączne zmiennych losowych. Dystrybuanta, gęstość, momenty. Rozkłady brzegowe. Charakteryzacja niezależności zmiennych losowych za pomocą rozkładów łącznych. Kowariancja i korelacja.	4
Wy13	Warunkowa wartość oczekiwana, jej najważniejsze własności i sposoby jej obliczania.	4
Wy14	Funkcje wektorów losowych. Rozkład sumy niezależnych zmiennych losowych.	2
Wy15	Wielowymiarowy rozkład normalny. Rozkład chi-kwadrat.	2
Wy16	Kolokwium 2	1
Wy17	Różne pojęcia zbieżności zmiennych losowych: z prawdopodobieństwem 1 (prawie na pewno), stochastyczna (według prawdopodobieństwa), oraz według rozkładu (słaba zbieżność rozkładów).	3
Wy18	Graniczne Twierdzenie Poissona. Słabe Prawo Wielkich Liczb. Mocne Prawo Wielkich Liczb (bez dowodu).	3
Wy19	Funkcje charakterystyczne i ich własności. Twierdzenie Lévy–Cramera (bez dowodu).	3
Wy20	Centralne Twierdzenie Graniczne dla niezależnych zmiennych losowych o jednakowych rozkładach (szkieł dowodu). Twierdzenie de Moivre’a–Laplace’a i inne zastosowania.	3
	Suma godzin	45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Prawdopodobieństwo klasyczne: obliczanie prawdopodobieństw z użyciem metod kombinatorycznych	2
Ćw2	Podstawowe własności prawdopodobieństwa, prawdopodobieństwo geometryczne.	2
Ćw3	Zmienne losowe - wyznaczanie rozkładów zmiennych losowych dyskretnych i ciągłych.	3
Ćw4	Obliczanie prawdopodobieństw warunkowych, badanie niezależności zdarzeń, stosowanie schematu Bernoulliego i rozkładu dwumianowego.	3
Ćw4	Obliczanie wartości oczekiwanej, wariancji i momentów zmiennych losowych.	2
Ćw5	Zastosowania nierówności Markowa i Czebyszewa oraz lematu Borela-Cantelli`ego.	2
Ćw6	Obliczanie rozkładów brzegowych wielowymiarowych wektorów losowych. Badanie niezależności współrzędnych wektora losowego. Obliczanie rozkładów sum i iloczynów zmiennych, gdy dany jest rozkład łączny	4
Ćw7	Rozwiązywanie zadań związanych z wielowymiarowym rozkładem normalnym i rozkładem chi-kwadrat.	2

Ćw8	Badanie zbieżności ciągów zmiennych losowych	2
Ćw9	Badanie czy dany ciąg zmiennych losowych spełnia Prawa Wielkich Liczb. Zastosowania Prawa Wielkich Liczb.	2
Ćw10	Obliczanie funkcji charakterystycznych zmiennych losowych. Zastosowania funkcji charakterystycznych.	4
Ćw11	Rozwiązywanie zadań związanych z Centralnym Twierdzeniem Granicznym.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01	kolokwia na wykładzie, 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] P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i Miara, PWN, Warszawa, 1987.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy 1 i 2, PWN. Warszawa, 2008-2009.
 [2] R. Schilling, Measure, integral, probability & processes: a concise introduction to probability and random processes: probab(ilstical)ly the theoretical minimum, Technische Universität (Drezno), 2021.

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

prof. dr hab. inż. Krzysztof Bogdan (Krzysztof.Bogdan@pwr.edu.pl)
 dr hab. inż. Tomasz Jakubowski (Tomasz.Jakubowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Równania różniczkowe zwyczajne z zastosowaniami**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Ordinary Differential Equations with Applications**

Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość rachunku różniczkowego i całkowitego 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.
 C2 Wyrobienie umiejętności szukania rozwiązań podstawowych klas równań różniczkowych zwyczajnych .
 C3 Zaprezentowanie zastosowań nabytej wiedzy do tworzenia i analizy modeli matematycznych opisywanych równaniami różniczkowymi zwyczajnymi w różnych dziedzinach nauki i praktyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_W02 zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_W03 zna podstawowe wzory na rozwiązywanie wybranych klas równań różniczkowych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi rozwiązywać podstawowe rodzaje równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_U02 potrafi podać interpretację geometryczną układów równań różniczkowych zwyczajnych,
 PEU_U03 potrafi podać zastosowania równań różniczkowych zwyczajnych 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.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego. Zagadnienie początkowe. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe rzędu pierwszego.	3
Wy2	Równania różniczkowe zwyczajne o zmiennych rozdzielonych.	3
Wy3	Twierdzenie Picarda-Lindelöfa o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego dla równania pierwszego rzędu. Podstawowe idee dowodu twierdzenia Picarda-Lindelöfa (przykład zastosowania twierdzenia Banacha o punkcie stałym).	3
Wy4	Równania różniczkowe zupełne. Całki równań różniczkowych.	3
Wy5	Układy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne wyższych rzędów. Istnienie i jednoznaczność rozwiązań (bez dowodu)	3
Wy6	Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych pierwszego rzędu. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów. Wzór na uzmiennianie stałych.	3
Wy7	Układy równań różniczkowych zwyczajnych liniowych o stałych współczynnikach. Równania różniczkowe zwyczajne liniowe wyższych rzędów o stałych współczynnikach.	3
Wy8	Metoda współczynników nieoznaczonych. Zastosowanie transformacji Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych liniowych o stałych współczynnikach.	3
Wy9	Studium przypadku: równanie oscylatora harmonicznego, wymuszonego, z tłumieniem.	2
Wy10	Stabilność i stabilność asymptotyczna autonomicznych układów równań różniczkowych zwyczajnych. Metoda linearyzacji. Funkcje Lapunowa.	3
Wy11	Układy dwóch równań różniczkowych autonomicznych. Izokliny. Klasyfikacja punktów stacjonarnych dla liniowych układów takich równań.	3
Wy12	Studium przypadku: równanie wahadła $\ddot{x} + \sin \sin x = 0$, jako przykład układu hamiltonowskiego. Zasada zachowania energii.	3
Wy13	Studium przypadku: układy Lotki-Volterra różnych typów: drapieżcy-ofiary (całka pierwsza dla takiego układu) i konkurencyjne (izokliny dla takich układów).	3
Wy14	Cykle graniczne. Twierdzenie Poincarégo-Bendixsona (ilustracja geometryczna). Informacja o zastosowaniach (na przykład, do równania Liénarda).	3
Wy15	Bifurkacje, w szczególności bifurkacja Hopfa. Informacja o chaosie i atraktorach dziwnych.	4
Suma godzin		45

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

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny: F – formująca, w trakcie semestru; P – podsumowująca, na koniec semestru	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01, PEU_K02	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01-PEU_W03 PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K05	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] D. W. Jordan and P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations. An Introduction for Scientists and Engineers, fourth edition, Oxford University Press, 2007.
- [4] G. Teschl, Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems, American Mathematical Society, Providence, 2012.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] J. H. Hubbard and B. H. West, Differential Equations. A Dynamical Systems Approach, Part I, Springer, New York, 1991.
- [6] M. Gewert i Z. Skoczylas, Równania różniczkowe zwyczajne. Teoria, przykłady, zadania, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław, 2006, i późniejsze.
- [7] D. W. Jordan and P. Smith, Nonlinear Ordinary Differential Equations. Problems and Solutions. A Sourcebook for Scientists and Engineers, Oxford University Press, 2007.

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

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

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Seminarium**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Seminar**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów:

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					20
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					0,7

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstawowych wiadomości z kursów obowiązkowych z pierwszych sześciu semestrów studiów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przygotowanie do egzaminu dyplomowego.
- C2 Umiejętność wygłoszenia referatu na zadany temat.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student posiada wiedzę umożliwiającą zdanie egzaminu dyplomowego.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi wygłosić referat na zadany temat.

PEU_U02 Student potrafi rozwiązywać typowe zadania, których rozwiązanie wymagane jest na egzaminie dyplomowym.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi krytycznie odnieść się do referatu zaprezentowanego przez innego studenta i w twórczy sposób uczestniczyć w dyskusji dotyczącej tego referatu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
S1	Przedstawienie wymagań obowiązujących na egzaminie dyplomowym. Określenie wymagań wobec referatów. Wybór tematów referatów przez studentów.	2
S2	Wygłaszanie referatów na zadane tematy. Dyskusja na temat referatów. Rozwiązywanie typowych zadań, których rozwiązanie wymagane jest na egzaminie dyplomowym.	18
	Suma godzin	20

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wygłaszanie referatu
N2 Dyskusja na temat referatu
N3 Rozwiązywanie zadań
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_U01	ocena referatu
F2	PEU_W01 PEU_U02 PEU_K01	ocena aktywności studenta (udział w dyskusji, rozwiązywanie zadań przy tablicy)
$P = F1 * 0,8 + F2 * 0,2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

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: **Sieci neuronowe**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Neural networks**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Programowanie Python, podstawy uczenia maszynowego
2. Analiza wielu zmiennych (gradient)
3. Podstawy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Utrwalenie poznanych mechanizmów działania sieci neuronowej
C2 Zapoznanie studentów z algorytmami uczenia sieci
C3 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi typami architektury sieci neuronowych
C4 Umiejętność konstrukcji i doboru odpowiedniej sieci neuronowej w zależności od zastosowań

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna podstawowe pojęcia teoretyczne (neuron, funkcja kosztu, entropia)

PEU_W02 Student zna algorytmy gradientu, propagacji wstecznej i optymalizacji

PEU_W03 Student zna nowoczesne modele sieciowe i ich typowe zastosowania

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi przygotować dane i używać bibliotek programistycznych służących do wdrażania sieci neuronowych (TensorFlow, Keras)

PEU_U02 Student potrafi skonstruować sieć neuronową adekwatną do danego zadania

PEU_U02 Student potrafi stosować statystyczne metody ewaluacji sieci neuronowych i umie przeanalizować osiągnięte rezultaty.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi pracować w zespole i komunikować osiągnięte rezultaty w formie pisemnej i ustnej.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu sieci neuronowych. Model neuronu. Sieci wielowarstwowe. Algorytm propagacji wstecznej (wyprowadzenie wzoru).	2
Wy2	Twierdzenie o uniwersalnej aproksymacji.	2
Wy3	Elementy teorii informacji: entropia Shannona, dywergencja Kullbacka – Leiblera, informacja wzajemna.	2
Wy4- Wy6	Kluczowe architektury sieci i techniki zaawansowane: style transfer, generacja danych syntetycznych, używanie sieci wstępnie wyuczonych (transfer learning), Style GAN. Kruchość mechanizmu uczenia (adversarial attacks).	6
Wy7- Wy9	Reinforcement learning, algorytm AlphaZero.	6
Wy10 - Wy12	Sieci z mechanizmem uwagi: modele klasy Transformers (attention networks).	6
Wy13 - Wy14	Diffusion models.	4
Wy15	Próby interpretacji matematycznej mechanizmu uczenia sieci. Test.	2
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1- La3	Porównanie rozwiązań klasycznego uczenia maszynowego i sieci neuronowych. Praca z plikami w różnych formatach, wizualizacje, tablice wielowymiarowe numpy. Przetwarzanie obrazów, elementy bibliotek pillow.	6
La4	Zajęcia praktyczne z teorii informacji.	2

La5- La6	Realizacja efektywna zaawansowanych technik sieciowych.	4
La7- La9	Implementacja i zastosowanie algorytmu AlphaZero.	6
La10	Oddawanie projektu.	2
La11- La12	Elementy biblioteki Pytorch	4
La13- La14	Wykorzystania modeli klasy Transformers do analizy tekstu.	4
La15	Diffusion models.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład
N2. Laboratorium
N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-PEU_W03	Test na wykładzie
F2	PEU_U01-PEU_03	Punkty zdobyte w ciągu semestru za zadania i ćwiczenia
F3	PEU_K01	Punkty za ćwiczenia wykonywane w zespole i prezentację wyników
P = 25%F1+55%F2+20%F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] “Deep Learning”. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville
- [2] “Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow”. Aurélien Géron
- [3] “Neural Networks and Deep Learning”. Michael Nielsen
- [4] “Natural Language Processing with Transformers”. Lewis Tunstall et al.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

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

Dr inż. Karol Szczypkowski (karol.szczypkowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100	75			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

CELE PRZEDMIOTU

C1 Przedstawienie podstawowych pojęć statystyki matematycznej.
C2 Przedstawienie metod estymacji (punktowej i przedziałowej) i kryteriów oceny estymatorów.
C3 Wyrobienie umiejętności wyznaczania estymatorów (punktowych i przedziałowych) w konkretnych modelach statystycznych i ich porównywania.
C4 Przedstawienie podstawowych pojęć związanych z testowaniem hipotez statystycznych.
C5 Przedstawienie metod konstrukcji testów jednostajnie najmocniejszych, jednostajnie najmocniejszych nieobciążonych i opartych na ilorazie wiarygodności.
C6 Przedstawienie testów zgodności i jednorodności.
C7 Wyrobienie umiejętności testowania hipotez statystycznych i formułowania wniosków z testowania.

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 formułować wnioski z testowania hipotez.

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. Statystyki.	2
Wy2	Estymacja dystrybuanty i gęstości rozkładu.	4
Wy3	Metody estymacji parametrów: metoda momentów, metoda kwantyli, metoda największej wiarygodności.	3
Wy4	Model regresji liniowej. Metody estymacji współczynników regresji.	2
Wy5	Porównywanie estymatorów – kryteria optymalności. Statystyki dostateczne. Kryterium faktoryzacji. Twierdzenie Rao-Blackwella.	3
Wy6	Statystyki zupełne. Twierdzenie Basu. Estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji. Twierdzenie Lehmana-Scheffego.	3
Wy7	Nierówność informacyjna. Estymatory efektywne.	2
Wy8	Zgodność estymatorów. Asymptotyczna normalność estymatorów.	3
Wy9	Estymacja przedziałowa. Ogólna konstrukcja przedziałów ufności. Przedziały ufności w konkretnych modelach statystycznych.	3
Wy10	Teoria testowania hipotez - pojęcia wstępne. Testy jednostajnie najmocniejsze. Lemat Neymana-Pearsona.	3
Wy11	Testy jednostajnie najmocniejsze w modelach z monotonicznym ilorazem wiarygodności.	2
Wy12	Test jednostajnie najmocniejszy dla hipotezy dwustronnej w modelu wykładniczym.	2
Wy13	Testy jednostajnie najmocniejsze nieobciążone w modelach wykładniczych.	4
Wy14	Testy oparte na ilorazie wiarygodności.	3
Wy15	Testy zgodności.	3
Wy16	Testy jednorodności.	3
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Modele statystyczne. Statystyki.	2
Ćw2	Estymacja dystrybuanty i gęstości rozkładu.	2
Ćw3	Metody estymacji: metoda momentów, metoda kwantyli, 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	Nierówność informacyjna. Estymatory efektywne.	2
Ćw8	Zgodność estymatorów. Asymptotyczna normalność estymatorów największej wiarygodności.	2
Ćw9	Estymacja przedziałowa. Ogólna konstrukcja przedziałów ufności. Przedziały ufności w konkretnych modelach statystycznych.	2
Ćw10	Teoria testowania hipotez - pojęcia wstępne. Testy jednostajnie najmocniejsze. Lemat Neymana-Pearsona.	2
Ćw11	Wyznaczanie testów jednostajnie najmocniejszych w konkretnych modelach statystycznych.	2
Ćw12	Wyznaczanie testów jednostajnie najmocniejszych nieobciążonych w konkretnych modelach statystycznych.	2
Ćw13	Wyznaczanie testów opartych na ilorazie wiarygodności.	2
Ćw14	Testy zgodności i jednorodności.	2
Ćw15	Testy jednorodności.	2
Suma godzin		30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
1. Wykład informacyjny, problemowy – metoda tradycyjna i prezentacja multimedialna. 2. Ćwiczenia. 3. Konsultacje. 4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń.		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01-PEK_W05, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01- PEK_K03.	Odpowiedzi ustne, kolokwia
F2	PEK_W01-PEK_W05, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K03.	Egzamin
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Bartoszewicz J. *Wykłady ze statystyki matematycznej*. PWN, Warszawa 1996.
- [2] Jokił-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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. Alicja Jokił-Rokita, prof. uczelni (Alicja.Jokił-Rokita@pwr.edu.pl)
dr hab. Maciej Wilczyński, prof. uczelni (Maciej.Wilczynski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Sztuczna inteligencja**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Artificial Intelligence**
Kierunek studiów: **Matematyka**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50	75			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość logiki w zakresie kursu "Wstęp do logiki i teorii mnogości"
2. Wiedza na temat algorytmów z zakresu kursu "Algorytmy i struktury danych"

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie słuchaczy z historią, działaniami, metodami, najważniejszymi osiągnięciami i kierunkami badań sztucznej inteligencji.
C2 Umożliwienie studentom uzyskanie szerszej perspektywy poznawczej w tej dziedzinie.
C3 Zwrócenie uwagi na zasadnicze trudności badawcze i wyciągnięcie wniosków dotychczasowych porażek.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy: student

PEU_W01 zna podstawowe działy i osiągnięcia sztucznej inteligencji,

PEU_W02 zna podstawowe algorytmy sztucznej inteligencji.

Z zakresu umiejętności: student

PEU_U01 potrafi przeprowadzać formalne dowody

PEU_U02 potrafi rozpoznawać problem kombinatorycznej eksplozji w problemach algorytmicznych

PEU_U03 potrafi pisać programy z użyciem algorytmów sztucznej inteligencji

PEU_U04 potrafi ocenić trudność problemu programistycznego

Z zakresu kompetencji społecznych: student

PEU_K01 potrafi krytycznie oceniać informacje medialne o osiągnięciach naukowych,

PEU_K02 rozumie konieczność wyciągania wniosków z błędów i porażek.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		a. godzin	Liczba godzin
Wy1	Historia sztucznej inteligencji. Problem z definicją. Działy sztucznej inteligencji. Podejście symboliczne versus konekcjonizm.	4	
Wy2	Problem solving. Algorytmy przeszukiwania. Kombinatoryczna eksplozja. Problemy nierozwiązywalne algorytmicznie. NP-trudność.	4	
Wy3	Game playing. Dwa podejścia na przykładzie szachów i go. Algorytmy alpha-beta i Monte-Carlo.	2	
Wy4	Logika formalna i podejście logiczne w sztucznej inteligencji. Aksjomatyzacja matematyki. Reprezentacja wiedzy. Problemy reprezentacji wiedzy potocznej i zdroworozsądkowych rozumowań. Automatyczne dowodzenia twierdzeń.	6	
Wy5	Maszynowe uczenie. Podstawowa teoria. Zastosowania rachunku prawdopodobieństwa; uczenie statystyczne. Sieci neuronowe i deep learning. Business intelligence. Systemy wspierania decyzji.	6	
Wy6	Przetwarzanie języka naturalnego. Rozumienie języka naturalnego. Zastosowania Deep learning do przetwarzania języka naturalnego. ChatGPT.	6	
Wy7	Najnowsze osiągnięcia sztucznej inteligencji. Perspektywy. 2	2	
	Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zadania z logiki formalnej. Dowodzenie w systemach aksjomatycznych.	8
Ćw2	Zadania z zakresu Problem Solving. Algorytmy przeszukiwania.	6
Ćw3	Zadania z zakresu Game Playing.	2
Ćw4	Formalizacja zdań języka naturalnego.	4
Ćw5	Wybrane zadania z książki "Artificial Intelligence: A Modern Approach".	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_K01, PEU_K02	Ocena aktywności na ćwiczeniach
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04,	Ocena kolokwii
$P=0,3 \cdot F1 + 0,7 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.), Prentice Hall, 2020.
[2] A. Kisielewicz, Sztuczna inteligencja i logika: podsumowanie przedsięwzięcia naukowego (wyd. 2 zm.), Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [2] D. Poole, A. Mackworth, Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents (2nd ed.). Cambridge University Press 2017.
[3] N. J. Nilsson, Introduction to Machine Learning, archived 2019-08-16 at the Wayback Machine.
[4] I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016.

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

Andrzej Kisielewicz, andrzej.kisielewicz@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:

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

Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

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.

TREŚCI PROGRAMOWE		Liczba godzin
Forma zajęć – wykład		
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
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
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
Suma godzin		30

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] 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

i.

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	90			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	4	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,7	1,1			

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 działów 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 znajomość miary Lebesgue’a na prostej i w \mathbb{R}^n ,
 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 Fubiniego, 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

TREŚCI PROGRAMOWE		Lic zb a go dzi n
Forma zajęć - wykład		
Wy1	Wykład wstępny. Cel i zakres kursu. Rozważania dotyczące wielkości zbiorów, np. uzasadnienie zerowania się pola odcinka, prostej czy okręgu oraz „długości” zbioru skończonego i zbioru Cantora; wspólne własności długości, pola, objętości, liczebności zbiorów, prawdopodobieństwa dyskretnego itp. Operacje na zbiorach. Definicja sigma-ciała.	2
Wy2	Własności sigma-ciał. Przykłady sigma-ciał: trywialne, zbiór potęgowy, zbiory przeliczalne i ko-przeliczalne. Operacja generowania. Sigma-ciało borelowskie na prostej, w \mathbb{R}^n i w przestrzeni metrycznej.	4
Wy3	Definicja miary i podstawowe własności: przeliczalna addytywność, monotoniczność, ciągłość w górę itp. Przykłady, w tym: delta Diraca, miara na zbiorze skończonym, prawdopodobieństwo dyskretne, miara licząca.	2
Wy4	Miara Lebesgue'a na prostej – twierdzenie o istnieniu i szkic konstrukcji.	2
Wy5	Inne miary na prostej – pojęcie dystrybuanty, jak własności miary przekładają się na własności jej dystrybuanty (i na odwrót).	2
Wy6	Funkcje mierzalne – definicja i warunki równoważne. Operacje arytmetyczne na funkcjach mierzalnych. Funkcje borelowskie. Złożenie funkcji mierzalnej i borelowskiej. Funkcje charakterystyczne i funkcje proste.	3
Wy7	Różne rodzaje zbieżności: zbieżność prawie wszędzie i zbieżność według miary. Definicje i własności, związki między nimi i porównanie z wcześniej poznanymi rodzajami zbieżności ciągów funkcyjnych (punktowa, jednostajna).	4
Wy8	Całka Lebesgue'a na przestrzeni miarowej: konstrukcja i własności. Funkcje całkowalne. Przykłady całkowania względem poznanych przykładów miar: delty Diraca, miary o skończonym nośniku, miary liczącej. Interpretacja całki jako wartości oczekiwanej.	6

Wy9	Związki i porównanie całki Lebesgue'a z całką Riemanna.	2
Wy10	Lemat Fatou i twierdzenia Lebesgue'a o zbieżności całek. Twierdzenie o całkowaniu szeregu.	4
Wy11	Sigma- ciało produktowe w produkcie dwóch przestrzeni miarowych. Miara produktowa – twierdzenie o istnieniu i szkic konstrukcji. Twierdzenia Fubinięgo i Tonellego. Przykłady obliczania miary produktowej i całek względem miary produktowej. Uwagi o produktach więcej niż dwóch przestrzeni.	6
Wy12	Absolutna ciągłość miar, singularność, twierdzenie Radona-Nikodyma, twierdzenie o rozkładzie miary na część singularną i absolutnie ciągłą.	4
Wy13	Miary znakowane. Rozkład Hahna i rozkład Jordana.	2
Wy14	Przestrzenie funkcji całkowalnych z p-tą potęgą. Zbieżność w normie L^p .	2
Suma godzin		45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Operacje na zbiorach, granica dolna i górna ciągu zbiorów. Sigma-ciała. Operacja generowania sigma-ciała.	4
Ćw2	Miary: przykłady i własności.	4
Ćw3	Miara Lebesgue'a: własności i przykłady obliczania.	2
Ćw4	Zastosowania dystrybuant do określania miar i badania ich własności.	2
Ćw5	Funkcje mierzalne, operacje na funkcjach prostych i mierzalnych, testowanie mierzalności.	4
Ćw6	Zbieżność według miary i zbieżność prawie wszędzie.	2
Ćw7	Własności całki Lebesgue'a w przykładach, obliczanie całek przykładowych funkcji	4
Ćw8	Twierdzenia o wejściu z granicą pod znak całki.	2
Ćw9	Miara produktowa Lebesgue'a na płaszczyźnie, inne przykłady miar produktowych, całkowanie z zastosowaniem tw. Fubinięgo.	4
Ćw10	Absolutna ciągłość, wzajemna singularność i twierdzenie Radona-Nikodyma. Miary znakowane.	2
Suma godzin		30

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 = a*F1+b*F2+(1-a-b)*F3, stałe a,b do wyboru przez wykładowcę		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Myjak, *Funkcje rzeczywiste, miara całka Lebesgue'a*, AGH, Kraków 2006.
- [2] R. Schilling, *Measure, Integral, Probability & Processes: A concise introduction to probability and random processes. Probab(ilstical)ly the theoretical minimum*, Independently Published, 2021.
- [3] G. Plebanek, *Miara i całka*,
http://www.math.uni.wroc.pl/~grzes/dydaktyka18_19/fr_main.pdf.
- [4] S. Hartman i J. Mikusiński, *Teoria miary i całki Lebesgue'a*, PWN, Warszawa 1957.
- [5] R.F. Bass "Real Analysis for Graduate Students: Measure and Integration Theory",
<https://bass.math.uconn.edu/3rd.pdf>.
- [6] P. R. Halmos, *Measure Theory*, Van Nostrand, New York 1950.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [7] S. Łojasiewicz, *Wstęp do teorii funkcji rzeczywistych*, PWN, Warszawa 1976.
- [8] J. C. Oxtoby, *Measure and Category*, Springer, 1971.
- [9] K. Falconer, *Techniques in Fractal Geometry*, Wiley & Sons, Chichester 1997.

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Całkowita liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Definicja metryki i przestrzeni metrycznej. Przykłady przestrzeni metrycznych.	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.	2
Wy4	Zbiory gęste i brzegowe. Ośrodkowość. Podprzestrzeń.	2
Wy5	Ciągłość i jednostajna ciągłość odwzorowań. 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	Zwartość (ciągowa) w przestrzeniach metrycznych. Warunek Borela-Lebesgue'a. Własności funkcji ciągłych na przestrzeniach zwartych.	4
Wy9	Łuk i łukowa spójność. Składowe łukowej spójności. Ogólna definicja spójności.	2
Wy10	Niezmienniki ciągłości. Rozspajanie	2
Wy11	Kostka Hilberta i zbiór Cantora.	3
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
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.	4
Ćw3	Kule, otoczenia, zbieżność ciągów. Punkty skupienia. Zbiory otwarte i domknięte, wnętrze, brzeg i domknięcie zbioru. Zbiory gęste i brzegowe – własności i przykłady.	6
Ćw4	Odwzorowania ciągłe, jednostajnie ciągłe, homeomorfizmy i izometrie (równoważne definicje, własności, przykłady). Równoważność metryk.	4
Ćw5	Sprawdzanie, które z poznanych własności są zachowywane przez odwzorowania ciągłe i homeomorfizmy lub dziedziczą się na podprzestrzenie.	2
Ćw6	Przestrzenie zupełne. Twierdzenie Banacha i jego zastosowania: obliczanie granic ciągów rekurencyjnych, metoda iteracyjna obliczania pierwiastka	4

Ćw7	Przykłady zbiorów zwartych, zadania dotyczące zwartości i ośrodkowości.	4
Ćw8	Zadania dotyczące spójności i łukowej spójności, szczególnie w \mathbb{R}^n .	2
Ćw9	Własności kostki Hilberta i zbioru Cantora.	2
	Suma godzin	30

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
F ₁	PEU_U01, PEU_U02 PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_K01	Odpowiedzi ustne, kartkówki.
F ₂	PEU_U01, PEU_U02 PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03, PEU_K01	Kolokwium
$P = a \cdot F_1 + (1-a) \cdot F_2$ (stała a do wyboru przez prowadzącego)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] P.Krupski, <i>Wstęp do topologii. Skrypt dla studentów</i>, online: https://www.math.uni.wroc.pl/sites/default/files/krupski.pdf</p> <p>[2] R. Engelking, K.Sieklucki, <i>Wstęp do topologii</i>, PWN, Warszawa 1986</p> <p>[3] K. Kuratowski, <i>Wstęp do teorii mnogości i topologii</i>, PWN, Warszawa 1980</p> <p>[4] K. Jänich, <i>Topologia</i>, PWN, Warszawa 1984</p>
<p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[5] J. Mioduszewski, <i>Wykłady z topologii. Topologia przestrzeni euklidesowych</i>, Katowice 1994</p> <p>[6] J. Jędrzejewski, W. Wilczyński, <i>Przestrzenie metryczne w zadaniach</i>, Wyd. UŁ, Łódź 2007</p> <p>[7] R. Duda, <i>Wprowadzenie do topologii</i>, PWN, Warszawa, 1984</p> <p>[8] J. Dugundji, <i>Topology</i>, Allyn And Bacon, Inc., Boston 1966</p> <p>[9] R. Engelking, <i>Topologia ogólna</i>, PWN, Warszawa 1989</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
<p>prof. dr hab. Tomasz Downarowicz (Tomasz.Downarowicz@pwr.wroc.pl)</p> <p>dr hab. Bartosz Frej (Bartosz.Frej@pwr.wroc.pl)</p> <p>prof. dr hab. Paweł Krupski (Pawel.Krupski@pwr.wroc.pl)</p>

**WYDZIAŁ MATEMATYKI
KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstawowych pojęć topologii metrycznej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstawowych pojęć topologii ogólnej.
- C2 Zrozumienie pojęcia ciągłości i homeomorfizmu w ogólnych przestrzeniach topologicznych.
- C3 Poznanie własności różnych typów przestrzeni topologicznych (zwartych, lokalnie zwartych, topologicznie zupełnych, spójnych).
- C4 Zagadnienie metryzowalności; twierdzenie o metryzowalności przestrzeni regularnych z bazą przeliczalną.

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 ciągłości w abstrakcyjnych przestrzeniach topologicznych
- PEU_W03 znajomość i zrozumienie aksjomatów oddzielania i aksjomatów przeliczalności, znajomość warunków 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 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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przestrzenie topologiczne i podstawowe pojęcia (zbiory otwarte, domknięte, otoczenia, wnętrza i domknięcia, brzeg). Przykłady wprowadzania topologii (przez bazę, podbazę, operację domknięcia). Zbiory brzegowe, zbiory nigdziegęste. Przestrzeń metryczna jako przestrzeń topologiczna. Zagadnienie metryzowalności.	3
Wy2	Podprzestrzeń (topologia indukowana). Ciężar przestrzeni. Podstawowe twierdzenia o bazach. Aksjomaty przeliczalności. Ośrodkowość.	2
Wy3	Ciągłość odwzorowań. Homeomorfizm	2
Wy4	Aksjomaty oddzielania T_1 - T_4	2
Wy5	Lemat Urysohna i twierdzenie Tietzego.	3
Wy6	Topologia produktowa.	2
Wy6	Metryzowalność przestrzeni regularnych z bazą przeliczalną.	2
Wy7	Zwartość i lokalna zwartość. Twierdzenie Tichonowa.	3
Wy8	Uzwarczenie Aleksandrowa i uzwarczenie Čecha-Stone'a.	2
Wy9	Przestrzenie metryzowalne w sposób zupełny. Twierdzenie Baire'a. Uzupełnianie przestrzeni metrycznych. Zawieranie zbioru Cantora przez nieprzeliczalne przestrzenie polskie.	3
Wy10	Spójność, spójność drogowa i łukowa. Lokalna spójność. Continua i ich konstrukcje. Przykłady.	3
Wy11	Topologia ilorazowa i relacje domknięte. Przykłady: powierzchnia boczna walca, wstęga Möbiusa, torus, butelka Kleina, płaszczyzna rzutowa. Rozmaitości wymiaru 1 i 2.	3
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zadania dotyczące definicji topologii, operacji wnętrza i domknięcia, baz, podbaz.	3

Ćw2	Zadania na ciągłość odwzorowań w przestrzeniach topologicznych.	2
Ćw3	Przestrzenie spełniające I i II aksjomat przeliczalności oraz kolejne aksjomaty oddzielania.	2
Ćw4	Topologia produktowa	2
Ćw5	Przykłady niemetryzowalnych przestrzeni zwartych. Przykłady uzwarceń.	2
Ćw6	Zastosowania twierdzenia Baire'a.	2
Ćw7	Własności przestrzeni spójnych i lokalnie spójnych.	2
	Suma godzin	15

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*F1+0.7*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] K. Kuratowski, *Wstęp do teorii mnogości i topologii*, PWN, Warszawa 2004
 [2] R. Engelking i K. Sieklucki, *Wstęp do topologii*, Biblioteka Matematyczna. PWN, 1986

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] R. Engelking, *Topologia ogólna*. Biblioteka Matematyczna. PWN, 1989
 [4] K. Jänich, *Topologia*, PWN, Warszawa 1984
 [5] S. Betley, J. Chaber, E i R Pol, *Topologia I*, Skrypt Uniw. Warszawskiego

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

prof. dr hab. Paweł Krupski, pawel.krupski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Uczenie maszynowe**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Machine Learning**
Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
Specjalność:
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5		1,3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność programowania.
2. Znajomość podstaw logiki.
3. Algebra liniowa (mnożenie macierzy) oraz rachunek różniczkowy (obliczanie pochodnych cząstkowych)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z uczeniem nadzorowanym i nadzorowanym
C2 Zapoznanie studentów z różnymi rodzajami sieci neuronowych
C3 Zapoznanie studentów z metodami znajdowania dobrych ruchów w grach dwuosobowych z pełną informacją (Szachy, Go)

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 student rozumie działanie podstawowych sieci neuronowych (gęstych, splotowych, rekurencyjnych)

PEU_W02 student rozumie działanie propagacji wstecznej i metody gradient descent

PEU_W03 student zna metody znajdowania dobrych ruchów w grach dwuosobowych z pełną informacją (Szachy, Go)

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 student umie dobrać metodę do danego zadania

PEU_U02 student potrafi właściwie przeanalizować wyniki indukcyjnego uczenia

PEU_U03 student potrafi zbudować sieć neuronową korzystając z wybranej biblioteki

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 student potrafi wspólnie z innymi analizować wyniki uczenia indukcyjnego

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 Wy2	Wprowadzenie do kursu. Podstawowe pojęcia i rodzaje maszynowego uczenia, przykłady. Regresja liniowa, grzbietowa, logistyczna, gradient descent.	4
Wy3 Wy4	Sieci neuronowe: wstęp, propagacja wsteczna. Optymalizatory	4
Wy5	Sieci neuronowe cd.: Inicjalizacja wag, batch learning, regularyzacja, normalizacja. Przeuczenie, walidacja.	2
Wy6 Wy7	Splotowe sieci neuronowe: podstawy (kernel, padding, stride), pooling, dropout. Przykłady klasycznych sieci.	4
Wy8	SqueezeNet, ResNet, GoogLeNet (inception), Rethinking Inception, MobileNets.	2
Wy9	Rekurencyjne sieci neuronowe	2
Wy10	Architektura encoder-decoder, word embeddings (GloVe)	2
Wy11	Mechanizm Attention	2
Wy12	Minimaks, alfa beta	2
Wy13	Monte Carlo Tree Search	2
Wy14	Alpha Go	2
Wy15	Uzupełnienia	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1 La2	Zapoznanie się z numpy. Implementacja gradient descent dla regresji grzbietowej.	4
La3 La4 La5 La6	Gęsta sieć neuronowa przy użyciu numpy (w szczególności samodzielna implementacja propagacji w przód i w tył)	8

La7 La8 La9	Sieć splotowa przy użyciu wybranej biblioteki	6
La10 La11	Sieć rekurencyjna przy użyciu wybranej biblioteki	4
La12 La13 La14 La15	Implementacja algorytmu alfa-beta lub MCTS dla wybranej przez siebie gry.	8
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 – PEK_U03, PEK_K01	Oceny za oddawane ćwiczenia laboratoryjne
F2	PEK_W01-W03	ocena z egzaminu – wykład
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] „An Introduction to Statistical Learning with Applications in R”, Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, wydanie II, 2021

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] „MCTS with Information Sharing”, Petr Baudis, 2011

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:	Wprowadzenie do pakietu R
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	An Introduction to R
Kierunek studiów:	Matematyka
Specjalność:	Matematyka, Matematyka i Analiza Danych
Stopień studiów i forma:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Wybieralny
Kod przedmiotu:	
Grupa kursów:	TAK

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		75		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw programowania w dowolnym języku.
2. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu analizy matematycznej, algebry liniowej i rachunku prawdopodobieństwa.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Przedstawienie głównych cech i zasad działania darmowego środowiska statystycznego R.
 C2 Przekazanie podstawowej wiedzy na temat programowania w języku R.
 C3 Omówienie najważniejszych sposobów przetwarzania danych w środowisku R.
 C4 Przedstawienie podstawowych metod graficznej prezentacji danych w R.
 C5 Omówienie możliwości zastosowania środowiska R do wykonywania podstawowych obliczeń inżynierskich i symulacyjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student

PEU_W01 zna zasadę działania i możliwości środowiska statystycznego R,
 PEU_W02 ma podstawową wiedzę dotyczącą programowania w języku R,
 PEU_W03 zna podstawowe sposoby wykorzystania języka R do przetwarzania i graficznej prezentacji danych, obliczeń inżynierskich oraz obliczeń symulacyjnych.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 potrafi zastosować odpowiednie narzędzia dostępne w środowisku R do przetwarzania i graficznej prezentacji danych,
 PEU_U02 potrafi stosować język R do przeprowadzenia podstawowych obliczeń inżynierskich oraz obliczeń symulacyjnych,
 PEU_U03 potrafi pisać własne funkcje i skrypty oraz tworzyć automatyczne raporty w środowisku R.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie wyszukiwać dodatkowe materiały w celu poszerzenia swojej wiedzy,

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

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do R – specyfika i przegląd możliwości środowiska.	2
Wy2	Podstawowe typy i struktury danych: wektory, macierze, ramki danych i listy.	2
Wy3	Elementy programowania w R: podstawy języka R, instrukcje sterujące przepływem kodu, tworzenie własnych skryptów i funkcji, efektywne alternatywy dla pętli.	4
Wy4	Wprowadzenie do wykorzystania R w analizie danych (wczytywanie i zapisywanie danych w różnych formatach, podstawowe operacje na danych).	4
Wy5	Podstawy graficznej prezentacji danych w środowisku R. Funkcje graficzne wysokiego i niskiego poziomu. Parametry graficzne i ich modyfikacja.	2
Wy6	Wybrane elementy zaawansowanej grafiki w R (wprowadzenie do pakietów <i>lattice</i> i <i>ggplot2</i>).	4
Wy7	Tworzenie automatycznych raportów w środowisku R (pakiety <i>knitr</i> i <i>Sweave</i> , język Markdown, integracja R'a i LaTeX'a).	2
Wy8	Wybrane obliczenia inżynierskie w R (algebra numeryczna, różniczkowanie i całkowanie, optymalizacja numeryczna).	4
Wy9	Podstawy symulacji w środowisku R (generowanie liczb pseudolosowych, rozkłady prawdopodobieństwa, przykładowe eksperymenty).	4
Wy10	Wybrane zaawansowane zagadnienia związane z programowaniem w R (debugowanie i optymalizacja kodu, obsługa wyjątków, pomiar czasu wykonania programu).	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Podstawy pracy w R i RStudio (konsola R, praca w trybie interaktywnym, system pomocy).	2
Lab2	Podstawowe typy i struktury danych w R (wektory, macierze, ramki danych i listy).	2
Lab3	Elementy programowania w R. Pisanie własnych funkcji i skryptów. Analiza wydajności pętli.	4
Lab4	Wprowadzenie do wykorzystania R w analizie danych (wczytywanie i zapisywanie danych w wybranych formatach, podstawowe operacje na danych).	4
Lab5	Podstawy graficznej prezentacji danych w środowisku R (tworzenie wykresów z wykorzystaniem wybranych funkcji graficznych wysokiego i niskiego poziomu, parametry graficzne i ich modyfikacja).	2
Lab6	Elementy zaawansowanej grafiki w R (wykorzystanie pakietów <i>lattice</i> i <i>ggplot2</i>).	4
Lab7	Tworzenie automatycznych raportów w środowisku R (pakiety <i>knitr</i> i <i>Sweave</i>).	2
Lab8	Zastosowanie R w obliczeniach inżynierskich.	4
Lab9	Zastosowanie R w obliczeniach symulacyjnych.	4
Lab10	Zastosowanie wybranych mechanizmów pozwalających na pielęgnowanie i optymalizację kodu (debugowanie, obsługa wyjątków i pomiar wydajności).	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład problemowy – metoda tradycyjna,
N2 Zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej.
N3 Konsultacje,
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do 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. Biecek, Przewodnik po pakiecie R, Oficyna Wydawnicza GiS, 2017.
- [2] M. Gągolewski, Programowanie w języku R. Analiza danych, obliczenia, symulacje, PWN, 2016.
- [3] H. Wickham, R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data, O'Reilly Media, 2017.
- [4] W. N. Venables, D. M. Smith, and the R Core Development Team. An Introduction to R, Second Edition, <https://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf>.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] T. Górecki, Podstawy statystyki z przykładami w R, Wydawnictwo BTC, 2011.
- [2] M. Walesiak, E. Gatnar, Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R. PWN, 2011.
- [3] H. Wickham, Advanced R, Chapman and Hall/CRC, 2019.
- [4] W.N. Venables, B.D. Ripley, Modern Applied Statistics With S, Springer, 2001.

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

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

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	1,3			

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 Zdobyć wiedzę 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 Zdobyć 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, układy symboliczne)
 PEU_W02 zrozumienie roli układów dynamicznych w badaniu ewolucji zjawisk opisywanych przez modele matematyczne; zrozumienie pojęcia izomorfizmu i sprzężenia topologicznego

PEU_W03 znajomość twierdzenia Poincaré o powracaniu oraz podstawowych twierdzeń ergodycznych
 PEU_W04 dobre zrozumienie znaczenia pojęć takich jak ergodyczność, mieszanie, słabe mieszanie, tranzytywność, minimalność,
 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 twierdzenia ergodycznego
 PEU_U04 umiejętność badania podstawowych własności topologicznych układów dynamicznych, takich jak tranzytywność, minimalność czy mieszanie
 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 znaczenie uczciwości intelektualnej, kształtowanie postawy uczciwości

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Lic zb a go dzi n
Wy1	Ogólne pojęcie układu dynamicznego. Układy dynamiczne teorio-miarowe, topologiczne oraz gładkie. Czas ciągły i czas dyskretny. Sprzężenie topologiczne, izomorfizm. Przykłady: obrót wymierny i niewymierny, pełny shift, podshifty. Twierdzenie Poincaré.	3
Wy2	Dynamika topologiczna a miarowa: Twierdzenie Bogoliubowa-Kryłowa, modele topologiczne układów miarowych. Zbiór miar niezmienniczych.	2
Wy3	Pojęcie ergodyczności. Ekstremalność miar ergodycznych. Ergodyczność obrotu i shiftu z miarą Bernoulliego.	3
Wy4	Twierdzenie ergodyczne Birkhoffa. Zastosowania, punkty generyczne. Charakteryzacja monoergodyczności.	4
Wy5	Elementy dynamiki topologicznej: Zbiory niezmiennicze, orbita domknięta, tranzytywność, minimalność. Przykłady: obrót niewymierny, układ symboliczny Thue-Morse'a, pełny shift, obroty grup zwartych.	4
Wy6	Granice wsteczne, odometry, różne reprezentacje odometrów.	4
Wy7	Elementy teorii spektralnej układów dynamicznych. Wartości i funkcje własne (topologiczne i mierzalne). Pojęcie mieszania i słabego mieszania, informacja o warunkach równoważnych.	4

Wy8	Układ Chacona (reprezentacja topologiczna). Minimalność, słabe mieszanie oraz brak mieszania.	2
Wy9	Informacja o pojęciu entropii jako niezmiennika izomorfizmu oraz entropii topologicznej jako niezmiennika sprzężenia topologicznego. Przykłady układów o zerowej i dodatniej entropii. Zasada wariacyjna (bez dowodu).	4
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Elementarne układy dynamiczne pochodzenia teorio-miarowego i topologicznego.	2
Ćw2	Przykłady ilustrujące zjawisko powracania i ergodyczność.	2
Ćw3	Przykłady ilustrujące twierdzenie ergodyczne i jego zastosowania.	4
Ćw4	Konstrukcje faktorów miarowych i topologicznych. Izomorfizm a własności ergodyczne.	4
Ćw5	Przykłady układów tranzytywnych, minimalnych. Zastosowania twierdzenia Bogoliubowa-Kryłowa.	4
Ćw6	Elementy teorii spektralnej: szukanie wartości i funkcji własnych. Unimodularność wartości własnych. Ergodyczność w języku funkcji własnych.	4
Ćw7	Przykłady odometrów, badanie ich własności oraz sprzężenia między odometrami.	2
Ćw8	Zadania związane z układem Chacona. Konsekwencje słabego mieszania.	4
Ćw9	Zastosowania teorii entropii: twierdzenie o czasach powrotu, entropia w teorii informacji; kompresja danych.	4
Suma godzin		30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_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
$P=0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [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. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] A. Katok, B. Hasselblatt, Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems, Cambridge University Press, 1995. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Prof. dr hab. Tomasz Downarowicz, dr hab. inż. Jacek Serafin (serafin@pwr.wroc.pl)

i.

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 ogólna**
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**
Kod przedmiotu:
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Zaliczenie kursów Analiza matematyczna M1, Analiza matematyczna M2, Algebra M2 oraz Wstęp do topologii lub ich odpowiedników uznanych w ramach dotychczasowego dorobku akademickiego.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zdobyć umiejętności posługiwania się aparatem szeregów i transformaty Fouriera.
C2 Poznanie podstawowych pojęć i narzędzi analizy harmoniczej, takich jak transformaty Hilberta i twierdzenia interpolacyjne.
C3 Zapoznanie się z pojęciem grupy topologicznej i transformaty Fouriera na grupie topologicznej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**Z zakresu wiedzy:**

- PEK_W01 zna podstawowe twierdzenia dotyczące szeregów Fouriera i transformaty Fouriera na przestrzeniach euklidesowych oraz ich zastosowania
PEK_W02 zna transformatę Hilberta i jej podstawowe własności
PEK_W03 zna podstawowe pojęcia związane z teorią transformaty Fouriera na grupach topologicznych
PEK_W04 zna podstawowe narzędzia analizy harmoniczej, w tym twierdzenia interpolacyjne

Z zakresu umiejętności:

<p>PEK_U01 potrafi wyznaczać szeregi Fouriera i transformaty Fouriera typowych funkcji i wykorzystywać własności tych transformat</p> <p>PEK_U02 potrafi zastosować poznane na kursie twierdzenia dotyczące transformaty Hilberta</p> <p>PEK_U03 potrafi wykorzystywać i udowadniać proste własności grup topologicznych i transformat Fouriera na grupach topologicznych</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEU_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu,</p> <p>PEU_K02 rozumie konieczność samodzielnej i systematycznej pracy nad opanowaniem materiału kursu.</p>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1-4	Szeregi Fouriera: rozwijanie funkcji w szereg Fouriera; jądro Dirichleta; kryteria zbieżności punktowej; zasada lokalizacji; średnie Fejéra i ich zbieżność w normie L^p i prawie wszędzie; zbieżność sum częściowych w normie L^p i informacja o zbieżności prawie wszędzie; odwzorowanie sprzężone.	8
Wy5-7	Transformata Fouriera: lemat Riemanna–Lebesgue’a, twierdzenie o transformacie odwrotnej i twierdzenie Plancherela, związki z różniczkowaniem funkcji, średnie Gaussa–Weierstrassa, średnie Bochnera-Riesza.	6
Wy8-9	Transformata Hilberta: podstawowe własności, równoważność definicji, ograniczoność na L^p , całki singularne.	4
Wy10-11	Grupy topologiczne: podstawowe własności, przykłady grup topologicznych abelowych i nieabelowych; grupa dualna, twierdzenie Pontriagina i transformata Fouriera dla grup abelowych.	4
Wy12-13	Twierdzenia interpolacyjne: twierdzenie Riesza–Thorina, przestrzenie Lorentza, słaby typ operatora, twierdzenie Marcinkiewicza, zastosowania twierdzeń do klasycznych nierówności.	4
Wy14-15	Przestrzenie Sobolewa: przestrzeń funkcji próbnych, elementy teorii dystrybucji, słaba pochodna funkcji i jej własności, przestrzenie Sobolewa na \mathbf{R}^n i na podzbiorach otwartych, informacja o zastosowaniach w teorii równań różniczkowych.	4
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-8	Zadania rachunkowe i problemowe ilustrujące tematy poruszane na wykładzie.	15
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<ol style="list-style-type: none"> 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, t. 3*, PWN, 2007.
- [2] K. Maurin, *Analiza, cz. 3: Analiza zespolona, dystrybucje, analiza harmoniczna*, PWN, 2010.
- [3] S. Hartman, *Wstęp do analizy harmonicznej*, PWN, 1969
- [4] 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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. Mateusz Kwaśnicki (mateusz.kwasnicki@pwr.wroc.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:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	50			
Forma zaliczenia	egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5	1,3			

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 i metod 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 pojęcia relacji, funkcji oraz podstawowe klasy relacji,
 PEU_W04 zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii mocy.

Z zakresu umiejętności student

PEU_U01 umie posługiwać się pojęciem tautologii,
 PEU_U02 umie wykonywać operacje na zbiorach,
 PEU_U03 umie weryfikować własności relacji oraz funkcji
 PEU_U04 umie przeprowadzać rozumowania indukcyjne,
 PEU_U05 umie analizować zbiory częściowo uporządkowane,
 PEU_U06 umie wyznaczać klasy abstrakcji oraz przestrzeń ilorazową,
 PEU_U07 umie wyznaczać i porównywać moce zbiorów.

Z zakresu kompetencji społecznych student

PEU_K01 potrafi precyzyjnie formułować tezy oraz przeprowadzać rozumowania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Język rachunku zdań.	1
Wy2	Tautologie i ich zastosowania.	2
Wy3	Operacje na zbiorach.	3
Wy4	Kwantyfikatory.	2
Wy5	Sumy i iloczyny nieskończone.	1
Wy6	Produkt kartezjański i pojęcie relacji. Własności relacji.	2
Wy7	Funkcje i operacje na funkcjach. Obraz i przeciwobraz.	2
Wy8	Porządki częściowe i liniowe.	2
Wy9	Arytmetyka Peano i zasada indukcji matematycznej.	1
Wy10	Aksjomat wyboru i lemat Kuratowskiego-Zorna.	2
Wy11	Relacje równoważności, klasy abstrakcji, przestrzeń ilorazowa.	2
Wy12	Konstruowanie obiektów matematycznych przy użyciu relacji równoważności.	3
Wy13	Pojęcie równoliczności.	1
Wy14	Twierdzenia Cantora. Twierdzenie Cantora-Bernsteina.	2
Wy15	Zbiory przeliczalne.	2
Wy16	Zbiory mocy continuum.	2
Suma godzin		30

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Język rachunku zdań, tautologie.	3
Ćw2	Zbiory, operacje na zbiorach.	3
Ćw3	Kwantyfikatory.	3
Ćw4	Działania nieskończone na zbiorach.	1
Ćw5	Relacje i ich własności.	2
Ćw6	Funkcje. Obraz i przeciwobraz.	2
Ćw7	Kolokwium.	2
Ćw8	Częściowe porządki, liniowe porządki.	2
Ćw9	Zasada indukcji matematycznej.	2
Ćw10	Lemat Kuratowskiego-Zorna.	2
Ćw11	Relacje równoważności.	2
Ćw12	Równoliczność i zbiory przeliczalne.	2
Ćw13	Arytmetyka liczb kardynalnych.	2
Ćw15	Kolokwium.	2
Suma godzin		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 Wykład tradycyjny.	

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	Kolokwium 1
F2	PEU_U04-PEU_U07	Kolokwium 2
F3	PEU_W01-PEU_W04 PEU_U01-PEU_U07 PEU_K01	Egzamin
P = max(0.25*F1+0.25*F2+0.5*F3, F3) pod warunkiem, że F3 jest pozytywna		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Cichoń, Wykłady ze Wstępu do Matematyki, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2003 (dostępna online)
- [2] K. Kuratowski, Wstęp do teorii mnogości i topologii, PWN, Warszawa 2001
- [3] J. Kraszewski, Wstęp do matematyki, PWN 2018
- [4] W. Guzicki, P. Zakrzewski, Wykłady ze wstępu do matematyki, PWN 2022

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] W. Marek, J. Onyszkiewicz, Elementy logiki i teorii mnogości w zadaniach, PWN, 2010
- [2] A. Błaszczak, S. Turek, Teoria mnogości, PWN 2021
- [3] A. Samulewicz, A. Starosolski, Podstawy Matematyki i jak to się je, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2022

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

Szymon Żeberski, szymon.zeberski@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**

Specjalność:

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75	75			
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		3			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1	1,3			

*niepotrzebne skreślić

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	Filtracja. Martynał z czasem dyskretnym. Moment stopu.	2
Wy2	Twierdzenie o stopowaniu podmartynału.	4
Wy3	Nierówności maksymalne i zbieżność martynałów.	4
Wy4	Zastosowania martynałów. Informacja o martynałach z czasem ciągłym.	2
Wy5	Proces Poissona: postulaty i konstrukcja.	4
Wy6	Własność Markowa i mocna własność Markowa procesu Poissona.	2
Wy7	Kolokwium 1	1
Wy8	Łańcuchy Markowa o przeliczalnej liczbie stanów.	4
Wy9	Macierz stochastyczna. Rozkład stacjonarny. Zbieżność.	4
Wy10	Rekurencyjność i tranzytywność łańcuchów Markowa.	2
Wy11	Skończone łańcuchy Markowa z czasem ciągłym.	3
Wy12	Kolokwium 2	1
Wy13	Postulaty i konstrukcja procesu Wienera.	3
Wy14	Własności trajektorii procesu Wienera.	3
Wy15	Mocna własność Markowa i zasada odbicia procesu Wienera.	3
Wy16	Wybrane przykłady innych procesów stochastycznych.	3

suma godzin	45
-------------	-----------

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Martyngały.	8
Ćw2	Proces Poissona.	4
Ćw3	Łańcuchy Markowa z czasem dyskretnym.	6
Ćw4	Łańcuchy Markowa z czasem ciągłym.	4
Ćw5	Proces Wienera.	6
Ćw6	Wybrane przykłady innych procesów stochastycznych.	2
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01 PEU_K01	odpowiedzi ustne, kartkówki, kolokwia
F2	PEU_W01	egzamin
$P = 0,5 * F1 + 0,5 * F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Script, Warszawa, 2010. [2] P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i Miara, PWN, Warszawa, 1987.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy 1 i 2, PWN. Warszawa, 2008-2009. [2] R. Schilling, Measure, integral, probability & processes: a concise introduction to probability and random processes: probab(ilistical)ly the theoretical minimum, Technische Universität (Drezno), 2021.
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) prof. dr hab. inż. Krzysztof Bogdan (Krzysztof.Bogdan@pwr.edu.pl) dr hab. inż. Tomasz Jakubowski (Tomasz.Jakubowski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Wstęp do programowania**
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Introduction to Computer Programming**
 Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**
 Specjalność:
 Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu:
 Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

brak wymagań wstępnych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Opanowanie podstawowych technik programowania.
 C2 Opanowanie narzędzi pozwalających na eksperymentowanie i wizualizację zagadnień matematycznych z użyciem narzędzi informatycznych.
 C3 Opanowanie narzędzi informatycznych ułatwiających pracę w grupie.
 C4 Opanowanie narzędzi do pracy z poziomym powłoki tekstowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna dobrze podstawy wybranego języka programowania.

PEU_W02 Student zna podstawowe ograniczenia prostych obliczeń numerycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi napisać prosty program, wizualizujący wybrane zagadnienia matematyczne.

PEU_U02 Student potrafi przygotować dokument omawiający wybrane zagadnienia matematyczne, zawierający tekst, wzory matematyczne oraz działające fragmenty kodu.

PEU_U03 Student potrafi znajdować i usuwać błędy w nieskomplikowanych programach składających się z jednego pliku.

PEU_U04 Student potrafi posługiwać się komputerem z poziomu powłoki tekstowej oraz tworzyć i uruchamiać proste skrypty, również zdalnie.

PEU_U05 Student potrafi pracować w grupie za pomocą rozproszonego systemu kontroli wersji.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie informatyki i jej zastosowań w matematyce.

PEU_K02 Student jest przygotowany do pracy zespołowej nad projektami informatycznymi.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zapis liczb w komputerze; Operatory i kolejność działań; Typ pusty i typ logiczny; Zmienne, wyrażenia i słowa kluczowe; Wyrażenia warunkowe; Korzystanie z biblioteki funkcji matematycznych.	2
Wy2	Podstawowe kolekcje niemutowalne: krotki i napisy; Kodowanie znaków; Podstawowe operacje na napisach; Operacje wejścia-wyjścia.	2
Wy3	Podstawowe kolekcje mutowalne: listy, słowniki i zbiory; Dopasowanie wzorców; Kolekcje składane.	2
Wy4	Funkcje i instrukcje sterujące; Wyrażenia funkcyjne; Dokumentowanie kodu funkcji; Podstawy organizacji pamięci – stos i sarta.	2
Wy5	Instalacja dodatkowych bibliotek, ekosystem pakietów; Tablice NumPy; Tworzenie wykresów w Matplotlib; Wyrażenia symboliczne SymPy.	2
Wy6	Wyjątki w języku Python; Obsługa błędów; Asercje; Testy jednostkowe umieszczane w dokumentacji.	2
Wy7	Obsługa plików w języku Python; Popularne formaty plików tekstowych reprezentujące dane ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane; Wstęp do biblioteki Pandas.	2
Wy8	Podstawy działania systemów operacyjnych; Pojęcie powłoki graficznej i tekstowej; Zasady pracy w powłoce tekstowej.	2

Wy9	Język BASH i tworzenie skryptów; Tworzenie nowych aplikacji powłoki tekstowej w języku Python; Integracja aplikacji za pomocą przekierowania strumieni.	2
Wy10	System kontroli wersji Git; Podstawowe narzędzia do zdalnej pracy nad projektem programistycznym.	2
Wy11- Wy14	Przedstawienie bibliotek programistycznych i narzędzi potrzebnych do realizacji projektu zaliczeniowego.	8
Wy15	Pojęcie kryptografii klucza publicznego i bezpieczeństwo danych w sieci; Zdalne logowanie do powłoki tekstowej innego urządzenia za pomocą SSH; Podpis cyfrowy i szyfrowanie; Blockchain.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Środowisko interaktywnych dokumentów Jupyter; Język Markdown z rozszerzeniem do zapisu wzorów matematycznych; Pojęcia komórek tekstowych, wejściowych i wyjściowych; Ćwiczenia z obliczeń matematycznych w notatniku.	2
La2	Ćwiczenia z pracy na napisach w kontekście operacji wejścia-wyjścia; Ćwiczenia dotyczące krotek.	2
La3	Ćwiczenia z list, słowników i zbiorów; Ćwiczenia dotyczące kolekcji składowanych oraz dopasowania wzorców.	2
La4	Ćwiczenia dotyczące funkcji; Zamykanie wcześniej opracowanych fragmentów kodu w funkcje w celu ich ponownego użycia.	2
La5	Ćwiczenia z wykonywania rysunków z wykorzystaniem bibliotek NumPy i Matplotlib; Ćwiczenia z obliczeń w bibliotece SymPy.	2
La6	Ćwiczenia z obsługi wyjątków; Wstęp do pisania testów jednostkowych oraz asercji.	2
La7	Ćwiczenia przetwarzania oraz wizualizacji danych tabelarycznych z wykorzystaniem biblioteki Pandas.	2
La8	Praca w powłoce tekstowej BASH na systemach Windows oraz Linux.	2
La9	Ćwiczenia z tworzenia skryptów w języku BASH oraz Python.	2
La10	Ćwiczenia z korzystania z systemu kontroli wersji git.	2
La11- La14	Ćwiczenia z bibliotek i narzędzi potrzebnych do zrealizowania projektu.	8
La15	Ćwiczenia ze zdalnego logowania za pomocą SSH oraz podpisu cyfrowego i szyfrowania z wykorzystaniem GnuPG.	2
	Suma godzin	30

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W02 PEU_U02 PEU_K01	Zadanie domowe po pierwszym laboratorium.
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U03	Listy zadań na laboratoriach 2–7.
F3	PEU_W01 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01	Komputerówka z korzystania z powłoki tekstowej oraz tworzenia skryptów.
F4	PEU_U04 PEU_U05 PEU_K01 PEU_K02	Projekt grupowy zrealizowany z wykorzystaniem rozproszonego systemu kontroli wersji.
F5	PEU_W01 PEU_W02	Kolokwium lub kartkówki podczas wykładu (modyfikator oceny, możliwe wartości: -1, -0.5, 0, +0.5)
$P = 0.1 \cdot F1 + 0.3 \cdot F2 + 0.2 \cdot F3 + 0.4 \cdot F4 + F5$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. B. Downey, *Think Python*, O'Reilly 2015, wydanie 2.
- [2] L. Vaughan, *Python Tools for Scientists*, No Starch Press 2023, wydanie 1.
- [3] E. Matthes, *Python Crash Course*, No Starch Press 2023, wydanie 3.
- [4] S. Chacon, B. Straub, *Pro Git*, Apress 2014, wydanie 2.
- [5] A. Robbins, *Bash Pocket Reference*, O'Reilly 2016, wydanie 2.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A.S. Tanenbaum, *Systemy operacyjne*, Helion 2015, wydanie 4.
- [2] S. Alagić, M.A. Arbib, *Projektowanie programów poprawnych i dobrze zbudowanych*, WNT 1982.
- [3] W. McKinney, *Python for Data Analysis*, O'Reilly 2022, wydanie 3.

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

Andrzej Giniewicz (Andrzej.Giniewicz@pwr.edu.pl)
Wojciech Polowczuk (Wojciech.Polowczuk@pwr.edu.pl)
Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Zaawansowane metody programowania**Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Advanced methods of computer programming**Kierunek studiów: **Matematyka, Matematyka i Analiza Danych**

Specjalność:

Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75		50		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	x				
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość wybranego języka programowania na podstawowym poziomie.
2. Umiejętność tworzenia prostych algorytmów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podstawami programowania obiektowego na przykładzie C++.
- C2 Nabycie umiejętności programowania w C++.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Zna najważniejsze zasady tworzenia aplikacji w języku programowania obiektowego

PEU_W02 Zna język programowania C++

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi tworzyć programy w języku C++

PEU_U02 Potrafi zaprojektować i zaimplementować interfejs graficzny w języku C++

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Potrafi wyjaśnić zasady programowania obiektowego w sposób zrozumiały dla niespecjalisty

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Składnia języka C++	3
Wy2	Podstawowe typy danych w C++	2
Wy3	Wskaźniki	3
Wy4	Tworzenie prostych algorytmów w C++	4
Wy5	Klasy i obiekty	2
Wy6	Dziedziczenie	2
Wy7	Wyjątki	2
Wy8	Graficzny interfejs użytkownika	3
Wy9	Wątki	3
Wy10	Kolekcje i typy uogólnione	2
Wy11	Strumienie i serializacja danych	2
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zapoznanie z kompilatorem języka C++	2
La2	Rozwiązywanie prostych problemów programistycznych	10
La3	Elementy programowania obiektowego	6
La4	Tworzenie prostych interfejsów graficznych	6
La5	Implementacja prostych struktur danych	4
La6	Obsługa strumieni	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny.

N2. Wykład multimedialny.

N3. Rozwiązywanie zadań programistycznych przez studentów.

N4. 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_W02	Kolokwium zaliczeniowe
F2	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Ocena jakości programów i terminowości studentów
P=0.5F1+0.5F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Bruce Eckel, Thinking in C++, Helion, 2009.
- [2] S. Alagic, M.A. Arbib. Projektowanie programów poprawnych i dobrze zbudowanych. WNT, Warszawa 1982.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Grębosz, Jerzy. "Symfonia C++." Programowanie w języku C++ orientowane obiektowo, Oficyna Kallimach, Kraków (1999).

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

Szymon Żeberski, szymon.zeberski@pwr.edu.pl
Marcin Michalski, marcin.k.michalski@pwr.edu.pl
Wojciech Połowczuk, wojciech.polowczuk@pwr.edu.pl
Andrzej Giniewicz, andrzej.giniewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MATEMATYKI**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Zaawansowany rachunek
prawdopodobieństwa**

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Advanced Probability**

Kierunek studiów: **Matematyka**

Specjalność: **Matematyka ogólna**

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

Rodzaj przedmiotu: **Wybieralny**

Kod przedmiotu:

Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,1	0,6			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

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

CELE PRZEDMIOTU

C1 Rozwinięcie najważniejszych metod i narzędzi dowodowych, stosowanych w Rachunku Prawdopodobieństwa, w tym funkcji charakterystycznych.

C2 Zapoznanie z zaawansowanymi modelami zjawisk rzeczywistych: rozkłady maksimów i rozkłady występujące w twierdzeniach granicznych.

C3 Poznanie błędzeń losowych po kratach 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 zna najważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa występujące w twierdzeniach granicznych,
 PEU_W03 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.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Własności i zastosowania funkcji charakterystycznych: twierdzenie Lévy'ego-Cramera, twierdzenie Bochnera i twierdzenia o odwracaniu, twierdzenie Polya (wybrane dowody).	4
Wy2	Dowód Centralnego Twierdzenia Granicznego Lindeberga-Fellera. Informacja o CTG dla układów trójkątnych.	3
Wy3	Prawo 0-1 Kołmogorowa.	1
Wy4	Nierówność Lévy'ego. Zbieżność szeregów niezależnych zmiennych losowych. Twierdzenie Kołmogorowa o trzech szeregach.	4
Wy5	Rozkłady maksimów i twierdzenia graniczne dla maksimów.	4
Wy6	Kolokwium 1	1
Wy7	Błądzenie losowe na \mathbf{Z} , zasada odbicia i twierdzenie o głosowaniu.	2
Wy8	Prawo Arcusa Sinusa dla prowadzeń i zmian znaku w błędzeniu losowym.	2
Wy9	Prawo Iterowanego Logarytmu dla błędzenia losowego (informacyjnie). Symetryczne błędzenie na kracie n -wymiarowej.	2
Wy10	Rozkłady stabilne na prostej.	3
Wy11	Złożony rozkład Poissona. Rozkłady nieskończenie podzielne na prostej, ich rola w twierdzeniach granicznych. Wzór Lévy'ego-Chinczyna (bez dowodu).	3
Wy12	Kolokwium 2	1
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Funkcje charakterystyczne	3
Ćw2	Centralne Twierdzenie Graniczne	3
Ćw3	Badanie zbieżności szeregów losowych	3
Ćw4	Błądzenie losowe na Z	3
Ćw5	Rozkłady stabilne i nieskończenie podzielne	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
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
F	PEU_U01-PEU_U04 PEU_K01 PEU_W01-PEU_W03	kolokwia, kartkówki, odpowiedzi ustne
P=F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Script, Warszawa, 2010.</p> <p>[2] P. Billingsley, Prawdopodobieństwo i Miara, PWN, Warszawa, 1987.</p> <p>[3] W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, tomy 1 i 2, PWN. Warszawa, 2008-2009.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] R. Schilling, Measure, integral, probability & processes: a concise introduction to probability and random processes: probab(ilistical)ly the theoretical minimum, Technische Universität (Drezno), 2021.</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
prof. dr hab. inż. Krzysztof Bogdan (Krzysztof.Bogdan@pwr.edu.pl) dr hab. inż. Tomasz Jakubowski (Tomasz.Jakubowski@pwr.edu.pl)