UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Program studiów

Wydział:	Wydział Matematyki i Informatyki
Kierunek:	matematyka komputerowa
Poziom kształcenia:	drugiego stopnia
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2019/20

Spis treści

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	8
Plany studiów	10
Sylabusy	26

Charakterystyka kierunku

Informacje podstawowe

Nazwa wydziału:	Wydział Matematyki i Informatyki
Nazwa kierunku:	matematyka komputerowa
Poziom:	drugiego stopnia
Profil:	ogólnoakademicki
Forma:	studia stacjonarne
Język studiów:	polski

Przyporządkowanie kierunku do dziedzin oraz dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Matematyka	**60,0%**
Informatyka	**36,2%**
Filozofia	**1,0%**
Psychologia	**1,0%**
Historia	**1,0%**
Nauki prawne	**0,8%**

Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

Charakterystyka kierunku

- Studia II stopnia na kierunku Matematyka komputerowa przeznaczone są dla kandydatów z zacięciem matematycznym, którzy w trakcie studiów pierwszego stopnia na tym lub pokrewnym kierunku zdobyli już pewną wiedzę na studiach I stopnia w zakresie nauk ścisłych; studia te pozwalają uzyskać całościowe spojrzenie na efektywne i skuteczne wykorzystywanie komputerów przy rozwiązywaniu ważnych w zastosowaniach problemów matematycznych metodami algorytmicznymi.
- Program rozwija algorytmiczne i geometryczne spojrzenie na istotne pojęcia matematyczne. Na kierunku Matematyka komputerowa w przedmiotach matematycznych największy nacisk kładziony jest nie na teorię i dowody (jak ma to miejsce w klasycznej matematyce), ale na zastosowania obliczeniowe. Dlatego, aby prowadzić przedmioty matematyczne specjalnie dla kierunku Matematyka komputerowa, konieczne jest nie tylko przygotowanie matematyczne, ale również pewne doświadczenie informatyczne.
- Studenci mają możliwość uczestniczenia w konferencjach, seminariach i szkołach wyjazdowych; odbywa się to poza programem studiów, jest działalnością dodatkową, która pozwala chętnym studentom zaangażować się w pracę naukową Katedry Matematyki Obliczeniowej już na etapie studiów II stopnia.
- Zarówno wykłady, seminaria, jak i indywidualne spotkania z opiekunami naukowymi przygotowują do podjęcia studiów III stopnia tak w dziedzinie matematyki, jak i informatyki.

Koncepcja kształcenia

W trakcie studiów II stopnia student pogłębia i poszerza swoją wiedzę z zakresu matematyki oraz informatyki, stając się wysoko wykwalifikowanym specjalistą w obszarze algorytmicznych aspektów matematyki ciągłej i dyskretnej oraz ekspertem w zakresie programowania. Jest on przygotowany do samodzielnego projektowania, implementowania i wdrażania systemów oprogramowania matematycznego oraz kierowania projektami informatycznymi wykorzystującymi modelowanie matematyczne. Ma świadomość konieczności i gotowość do ustawicznego kształcenia się ze względu na dynamicznie rozwijającą się matematykę komputerową.

Cele kształcenia

1. Nowoczesne, algorytmiczne i geometryczne spojrzenie na klasyczne działy matematyki: analizę numeryczną, analizę funkcjonalną, równania różniczkowe, matematykę dyskretną.
2. Rozwijanie umiejętności programistycznych w rozwiązywaniu problemów matematycznych, świadomość złożoności problemu, stabilności algorytmów i istnienia problemów nierozstrzygalnych.
3. Umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów matematycznych zarówno metodami analitycznymi, jak i algorytmicznymi; umiejętność współpracy w zespole oraz prezentowania swoich osiągnięć (w mowie i piśmie).

Potrzeby społeczno-gospodarcze

Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Matematyka komputerowa przede wszystkim dostarcza metod rozwiązywania problemów w innych naukach od nauk technicznych poczynając, a na naukach społecznych kończąc; ma ona również swoje spektakularne osiągnięcia w samej matematyce: są to tak zwane komputerowo wspierane dowody twierdzeń, których nie udało się udowodnić tradycyjnymi metodami.
Absolwent studiów II stopnia na kierunku matematyka komputerowa posiada wszechstronną i pogłębioną wiedzę matematyczną i informatyczną, odpowiadającą na wiele aktualnych potrzeb społeczno-gospodarczych występujących w sektorze informatycznym, handlowym, produkcyjnym oraz edukacyjnym.

Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi

Absolwent studiów II stopnia na kierunku matematyka komputerowa otrzymuje tytuł zawodowy magistra matematyki komputerowej oraz
- jest ekspertem w zakresie matematyki komputerowej
- posiada gruntowną i wszechstronną wiedzę na temat zagadnień i metod wykorzystywanych przy algorytmicznym rozwiązywaniu problemów metodami matematycznymi oraz potrafi twórczo stosować tę wiedzę
- posiada całościowe spojrzenie na matematykę i informatykę i szybko przyswaja nową wiedzę w swojej dziedzinie
- jest przygotowany do pracy w zespołach interdyscyplinarnych i potrafi zastosować swoją wiedzę w problemach z pogranicza matematyki i informatyki oraz nauk przyrodniczych, technicznych i społecznych
- potrafi wyszukiwać oraz analizować publikacje naukowe z zakresu matematyki i informatyki pod kątem praktycznego zastosowania zawartych w nich wyników
- jest przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań naukowych i posiada niezbędne kwalifikacje do podjęcia nauki w szkole doktorskiej tak w zakresie matematyki, jak i informatyki.

Nauka, badania, infrastruktura

Główne kierunki badań naukowych w jednostce

ścisłe metody numeryczne i zastosowania, obliczenia homologii i zastosowania

Związek badań naukowych z dydaktyką

Większość przedmiotów obowiązkowych na kierunku Matematyka komputerowa jest dedykowana specjalnie dla tego kierunku, łącząc idee matematyki obliczeniowej z badaniami naukowymi pracowników Katedry Matematyki Obliczeniowej:
- Równania różniczkowe cząstkowe: dowody dla równań cząstkowych,
- Analiza numeryczna: komputerowo wspierane dowody, opracowanie i implementacja algorytmów w CAPD,
- Matematyczne podstawy informatyki: obliczalność na liczbach rzeczywistych i złożoność algorytmów dla problemów z matematyki ciągłej.
Seminaria: Matematyka Obliczeniowa i Równania Różniczkowe i Zagadnienia Pokrewne prowadzone przez pracowników Katedry oraz prace dyplomowe są ściśle związane z tematyką badań naukowych pracowników Katedry.
Proponowane wykłady fakultatywne przygotowują studentów do pracy w dziedzinach badań naukowych pracowników Katedry, np.:
- Jakościowa teoria układów dynamicznych z komputerem
- Dyskretny urok teorii Morse'a.
Także projekt programistyczny często ma tematykę związaną z badaniami pracowników Katedry.

Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Siedzibą Wydziału Matematyki i Informatyki jest nowy, nowoczesny i klimatyzowany budynek oddany do użytku w sierpniu 2008 roku. Dysponuje on świetnie wyposażonymi salami wykładowymi (wyposażone w sprzęt multimedialny), ćwiczeniowymi oraz laboratoriami komputerowymi (wyposażonymi w specjalistyczne oprogramowanie, takie jak np. Mathematica, Maple, Matlab, Statistica, SPSS, R, SAS i TeX) niezbędnymi do zapewnienia prawidłowego przebiegu procesu kształcenia. Na Wydziale funkcjonuje także dobrze wyposażona biblioteka łącząca tradycję (monografie i czasopisma w wersji papierowej) z nowoczesnością (darmowy dostęp do elektronicznych wersji monografii i czasopism oferowanych przez wiodące wydawnictwa naukowe, takie jak np. Springer i Elsevier). Studenci i pracownicy również korzystają ze znajdującej się na parterze stołówki.

Program

Podstawowe informacje

Klasyfikacja ISCED:	0588
Liczba semestrów:	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister

Opis realizacji programu:

- W programie obowiązuje sekwencyjny system zajęć. Jego szczegóły zawarte są w sylabusach przedmiotów (w polu wymagania wstępne). Ogólne zasady zaliczania przedmiotów reguluje Uchwała nr 1C/IX/2017 Rady Wydziału z dnia 28 września 2017 (z korektą w postaci Uchwały nr 1B/X/2017 RW z dnia 26.10.2017).
- Warunkiem zaliczenia roku jest zaliczenie wszystkich przedmiotów obowiązkowych z planu studiów dla tego roku oraz wszystkich zadeklarowanych przedmiotów fakultatywnych. W każdym roku student musi uzyskać co najmniej 60 ECTS.
- Warunkiem ukończenia studiów jest:
* zaliczenie wszystkich przedmiotów obowiązkowych przewidzianych w planie studiów,
* ośmiu przedmiotów fakultatywnych (siedmiu kierunkowych z dziedziny nauk ścisłych oraz co najmniej jednego z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych),
* sześciu seminariów (po jednym w 1. i 2. semestrze, oraz po dwa w semestrach 3. i 4.),
* przygotowanie pracy dyplomowej oraz
* zdanie egzaminu dyplomowego.

W ramach bloku przedmiotów fakultatywnych student jest zobowiązany do zaliczenia co najmniej pięciu przedmiotów z grup 1 i 2, w tym co najmniej jednego przedmiotu matematycznego (z grupy 1) za co najmniej 6 ECTS, co najmniej dwóch informatycznych (z grupy 2) za co najmniej 12 ECTS. Student musi zaliczyć przedmiot(y) humanizujące (z grupy 3) za co najmniej 5 ECTS. Zalecany rozkład przedmiotów fakultatywnych kierunkowych na semestry jest następujący:
* semestr 1: 120 godzin (12 ECTS)
* semestr 3: 240 godzin (24 ECTS)
* semestr 4: 60 godzin (6 ECTS)

Żaden przedmiot nie może zostać zaliczony dwukrotnie w toku studiów I i II stopnia łącznie.
- Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu dyplomowego jest napisanie pracy dyplomowej na wybrany przez studenta i uzgodniony z opiekunem naukowym temat. Opiekun naukowy prowadzi indywidualne konsultacje zakończone akceptacją napisanej przez studenta pracy. Opiekun naukowy może wymagać od studenta zaprezentowania pracy na wybranym forum (np. seminarium).

Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	123
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	123
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych	4
którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej	81
którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych	0
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5

Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 1084

Praktyki zawodowe

Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

BRAK

Ukończenie studiów

Wymogi związane z ukończeniem studiów (praca dyplomowa/egzamin dyplomowy/inne)

(1) przygotowanie pracy dyplomowej oraz (2) egzamin dyplomowy

Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu dyplomowego jest napisanie pracy dyplomowej na wybrany przez studenta i uzgodniony z opiekunem naukowym temat. Opiekun naukowy prowadzi indywidualne konsultacje w wymiarze co najmniej 10 godzin, zakończone akceptacją napisanej przez studenta pracy. Opiekun naukowy może wymagać od studenta dodatkowych godzin konsultacji, w szczególności może wymagać zaprezentowania pracy na wybranym forum (np. seminarium).

Efekty uczenia się

Wiedza

Kod	Nazwa	PRK
MKO_K2_W01	Absolwent zna i rozumie /posiada ugruntowaną wiedzę z informatyki w zakresie umożliwiającym zajmowanie się zagadnieniami matematyki komputerowej	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W02	Absolwent zna i rozumie /posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów matematyki	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W03	Absolwent zna i rozumie /posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów matematyki w stopniu niezbędnym do pracy z algorytmami matematyki dyskretnej i ciągłej oraz wie, jak się ją wykorzystuje do analizy i modelowania problemów w wybranym dziale matematyki komputerowej	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W04	Absolwent zna i rozumie współczesne kierunki rozwoju i osiągnięcia nauki w dziedzinie matematyki i/lub informatyki	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W05	Absolwent zna i rozumie /posiada pogłębioną wiedzę z zakresu teoretycznych podstaw informatyki	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W06	Absolwent zna i rozumie narzędzia informatyczne wspomagające pracę matematyka komputerowego	P7U_W, P7S_WG
MKO_K2_W07	Absolwent zna i rozumie /ma pogłębioną wiedzę z zakresu ochrony własności intelektualnej i odpowiedzialności za swoje działania	P7S_WK

Umiejętności

Kod	Nazwa	PRK
MKO_K2_U01	Absolwent potrafi /umie samodzielnie rozwiązywać złożone problemy matematyczne tak metodami klasycznymi, jak i komputerowo wspieranymi	P7U_U, P7S_UW
MKO_K2_U02	Absolwent potrafi analizować i rozwiązywać złożone problemy informatyczne	P7U_U
MKO_K2_U03	Absolwent potrafi pozyskiwać, integrować i interpretować informacje z wiarygodnych źródeł (w języku polskim i angielskim)	P7U_U, P7S_UW, P7S_UK
MKO_K2_U04	Absolwent potrafi w zrozumiały sposób przedstawiać nowe wyniki (w mowie i piśmie) i prowadzić dyskusje z zakresu matematyki i/lub informatyki	P7S_UK
MKO_K2_U05	Absolwent potrafi pracować zespołowo	P7U_U, P7S_UK, P7S_UO
MKO_K2_U06	Absolwent potrafi /umie zdefiniować kierunek dalszego pogłębiania wiedzy i określić sposób realizacji tego procesu	P7U_U, P7S_UW, P7S_UU
MKO_K2_U07	Absolwent potrafi/ posługuje się językiem angielskim na poziomie średnio zaawansowanym (B2+); potrafi ze zrozumieniem czytać w tym języku dokumentację oprogramowania, podręczniki i artykuły z dziedziny nauk ścisłych	P7U_U, P7S_UK

Kompetencje społeczne

Kod	Nazwa	PRK
MKO_K2_K01	Absolwent jest gotów do /zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zachodzących zmian	P7U_K, P7S_KR

Kod	Nazwa	PRK
MKO_K2_K02	Absolwent jest gotów do /potrafi definiować priorytety służące realizacji zadania; podchodzi ze stosowną rezerwą do opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający i poprawny uzasadnione	P7S_KK, P7S_KR
MKO_K2_K03	Absolwent jest gotów do /rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	P7U_K
MKO_K2_K04	Absolwent jest gotów do /jest świadom swojej roli w społeczeństwie i odpowiedzialności za dobro wspólne	P7S_KO, P7S_KR

Plany studiów

- W ramach bloku przedmiotów fakultatywnych student musi zrealizować co najmniej osiem przedmiotów: siedem przedmiotów kierunkowych (z dziedziny nauk ścisłych) oraz co najmniej jeden z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych. Za zgodą kierownika kierunku student może realizować przedmiot spoza powyższej listy, o ile pokrywa on efekty uczenia się na kierunku Matematyka komputerowa. W szczególności, dowolny z przedmiotów oferowanych przez Wydział Matematyki i Informatyki UJ, który nie jest przedmiotem obowiązkowym na I i II stopniu MK, może być przedmiotem fakultatywnym. Żaden przedmiot nie może zostać zaliczony dwukrotnie – w toku studiów I i II stopnia łącznie. - Student jest zobowiązany do zaliczenia co najmniej pięciu przedmiotów z list Przedmiotów matematycznych i informatycznych, w tym co najmniej jednego przedmiotu matematycznego za co najmniej 6 ECTS, co najmniej dwóch informatycznych za co najmniej 12 ECTS. Student musi zaliczyć przedmiot(y) humanizujące (z listy Przedmiotów humanistycznych lub z dziedziny nauk społecznych) za co najmniej 5 ECTS. - Student musi zaliczyć sześć semestralnych seminariów z dziedziny nauk ścisłych (z listy Seminariów): po jednym w semestrach 1. i 2. oraz po dwa w semestrach 3. i 4. Każde seminarium może być wybierane wielokrotnie. - Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu dyplomowego jest napisanie pracy dyplomowej na wybrany przez studenta i uzgodniony z opiekunem naukowym temat. Opiekun naukowy prowadzi indywidualne konsultacje zakończone akceptacją napisanej przez studenta pracy. Opiekun naukowy może wymagać od studenta zaprezentowania pracy na wybranym forum (np. seminarium). - W każdym roku student musi uzyskać co najmniej 60 ECTS, zatem zalecany rozkład przedmiotów fakultatywnych kierunkowych na semestry jest następujący: * semestr 1: 120 godzin(12 ECTS) * semestr 3: 240 godzin (24 ECTS) * semestr 4: 60 godzin (6 ECTS) Niektóre z powyższych przedmiotów w danym roku akademickim mogą nie zostać uruchomione. Student jest zobowiązany zrealizować w całym toku studiów przynajmniej jeden kurs w języku obcym.

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Analiza numeryczna	60	6,0	egzamin	O
Analiza funkcjonalna	60	6,0	egzamin	O
Język angielski	60	4,0	egzamin	O
Szkolenie BHK	4	-	zaliczenie	O
Wydziałowe kursy do wyboru				F
opis powyżej				
Algebra dla Informatyków	60	6,0	egzamin	F
Algorytmiczna Teoria Gier	60	6,0	egzamin	F
Algorytmika Problemow Trudnych	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Aproksymacyjne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Geometryczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Grafowe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Probabilistyczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Równoległe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Tekstowe	60	6,0	egzamin	F
Finite Model Theory	60	6,0	egzamin	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 1	30	3,0	zaliczenie	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Laboratorium Sieci Neuronowych 2	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Dyskretna	60	6,0	egzamin	F
SAT solvery	60	6,0	egzamin	F
Strukturalna Teoria Grafów	60	6,0	egzamin	F
Teoria Informacji	60	6,0	egzamin	F
Uczenie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Bioinformatyka	60	6,0	egzamin	F
Kody i kaflowania	60	6,0	egzamin	F
Metoda elementu skończonego	60	6,0	egzamin	F
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych	60	6,0	egzamin	F
Programowanie dla WWW	60	6,0	egzamin	F
Programowanie urządzeń mobilnych – Apple iOS	60	6,0	egzamin	F
Programowanie w Java	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie języka naturalnego	60	6,0	egzamin	F
Bazy danych 2	60	6,0	egzamin	F
Testowanie oprogramowania	60	6,0	egzamin	F
Wzorce projektowe	60	6,0	egzamin	F
Zaawansowane wzorce projektowe i architektoniczne	60	6,0	egzamin	F
Basic Real Algebraic Geometry	60	6,0	egzamin	F
Galois Theory	60	6,0	egzamin	F
Ergodic Theory	60	6,0	egzamin	F
Matematyczne aspekty wyborów	60	6,0	egzamin	F
Matematyka olimpiad i konkursów	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zastosowania algebry abstrakcyjnej	60	6,0	egzamin	F
Elementarna teoria homotopii	60	6,0	egzamin	F
Complex analytic geometry 1	60	6,0	egzamin	F
Geometria różniczkowa krzywych i powierzchni	60	6,0	egzamin	F
Fourier transform and distribution theory	60	6,0	egzamin	F
Introduction to Probability and Statistics	60	6,0	egzamin	F
Functional Equations	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zagadnienia empirycznej mikroekonomii	60	6,0	egzamin	F
Przestrzenie metryczne	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do teorii modeli	60	6,0	egzamin	F
Analiza formalna i funkcje analityczne	60	6,0	egzamin	F
Sterowanie stochastyczne w czasie dyskretnym	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Ekonometria II	60	6,0	egzamin	F
Matematyka ubezpieczeń na życie	60	6,0	egzamin	F
Applied Ordinary Differential Equations	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie i wizualizacja danych w SAS	60	6,0	egzamin	F
Statystyka w badaniach edukacyjnych	60	6,0	egzamin	F
Teoria liczb	60	6,0	egzamin	F
Geometryczna teoria nawigacji	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie ryzyka kredytowego	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty matematyczne				O
opis powyżej				
Funkcje analityczne	60	6,0	egzamin	F
Jakościowa teoria układów dynamicznych z komputerem	60	6,0	egzamin	F
Metody optymalizacji	60	6,0	egzamin	F
Miara i całka	60	6,0	egzamin	F
Modele matematyki finansowej	60	6,0	egzamin	F
Topologia 2	60	6,0	egzamin	F
Analiza matematyczna 3	120	12,0	egzamin	F
Funkcje rzeczywiste	60	6,0	egzamin	F
Topological dynamics and chaos	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty informatyczne				O
opis powyżej				
Efektywne programowanie w języku Python	60	6,0	egzamin	F
Modelling of atmospheric clouds	60	6,0	egzamin	F
Kryptologia	60	6,0	egzamin	F
Nauczanie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie abstrakcyjne	60	6,0	egzamin	F
Programowanie funkcyjne	60	6,0	egzamin	F
Programowanie w logice	60	6,0	egzamin	F
Programowanie niskopoziomowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie współbieżne	60	6,0	egzamin	F
Teoria informacji w nauczaniu maszynowym	60	6,0	egzamin	F
Seminaria				O
opis powyżej				
Matematyka obliczeniowa	30	3,0	zaliczenie	F
Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Matematyka dyskretna	30	3,0	zaliczenie	F
Algebra i Logika w Informatyce	30	3,0	zaliczenie	F
Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne	30	3,0	zaliczenie	F
Informatyka Teoretyczna	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Kombinatoryczna	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria danych i oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Metody AI	30	3,0	zaliczenie	F
Modelowanie 3D i animacja komputerowa	30	3,0	zaliczenie	F
Przetwarzanie obrazów i danych	30	3,0	zaliczenie	F
Różniczkowa teoria Galois	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium kognitywistyczne	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego	30	3,0	zaliczenie	F
Testowanie i jakość oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów	30	3,0	zaliczenie	F
Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji	30	3,0	zaliczenie	F
Geometria przestrzeni Banacha	30	3,0	zaliczenie	F
Historia matematyki	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka stosowana	30	3,0	zaliczenie	F
Metody teorii aproksymacji	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej	30	3,0	zaliczenie	F
Teoria osobliwości	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia różniczkowa i algebraiczna	30	3,0	zaliczenie	F
Układy Dynamiczne	30	3,0	zaliczenie	F

- W ramach bloku przedmiotów fakultatywnych student musi zrealizować co najmniej osiem przedmiotów: siedem przedmiotów kierunkowych (z dziedziny nauk ścisłych) oraz co najmniej jeden z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych. Za zgodą kierownika kierunku student może realizować przedmiot spoza powyższej listy, o ile pokrywa on efekty uczenia się na kierunku Matematyka komputerowa. W szczególności, dowolny z przedmiotów oferowanych przez Wydział Matematyki i Informatyki UJ, który nie jest przedmiotem obowiązkowym na I i II stopniu MK, może być przedmiotem fakultatywnym. Żaden przedmiot nie może zostać zaliczony dwukrotnie – w toku studiów I i II stopnia łącznie. - Student jest zobowiązany do zaliczenia co najmniej pięciu przedmiotów z list Przedmiotów matematycznych i informatycznych, w tym co najmniej jednego przedmiotu matematycznego za co najmniej 6 ECTS, co najmniej dwóch informatycznych za co najmniej 12 ECTS. Student musi zaliczyć przedmiot(y) humanizujące (z listy Przedmiotów humanistycznych lub z dziedziny nauk społecznych) za co najmniej 5 ECTS. - Student musi zaliczyć sześć semestralnych seminariów z dziedziny nauk ścisłych (z listy Seminariów): po jednym w semestrach 1. i 2. oraz po dwa w semestrach 3. i 4. Każde seminarium może być wybierane wielokrotnie. - Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu dyplomowego jest napisanie pracy dyplomowej na

wybrany przez studenta i uzgodniony z opiekunem naukowym temat. Opiekun naukowy prowadzi indywidualne konsultacje zakończone akceptacją napisanej przez studenta pracy. Opiekun naukowy może wymagać od studenta zaprezentowania pracy na wybranym forum (np. seminarium). - W każdym roku student musi uzyskać co najmniej 60 ECTS, zatem zalecany rozkład przedmiotów fakultatywnych kierunkowych na semestry jest następujący: * semestr 1: 120 godzin(12 ECTS) * semestr 3: 240 godzin (24 ECTS) * semestr 4: 60 godzin (6 ECTS) Niektóre z powyższych przedmiotów w danym roku akademickim mogą nie zostać uruchomione. Student jest zobowiązany zrealizować w całym toku studiów przynajmniej jeden kurs w języku obcym.

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Obliczalność i złożoność	60	6,0	egzamin	O
Zaawansowana matematyka dyskretna	60	7,0	egzamin	O
Równania różniczkowe cząstkowe I	60	6,0	egzamin	O
Projekt programistyczny	60	6,0	zaliczenie	O
Ochrona własności intelektualnej	5	1,0	zaliczenie	O
Wydziałowe kursy do wyboru				F
opis powyżej				
Algebra dla Informatyków	60	6,0	egzamin	F
Algorytmiczna Teoria Gier	60	6,0	egzamin	F
Algorytmika Problemow Trudnych	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Aproksymacyjne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Geometryczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Grafowe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Probabilistyczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Równoległe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Tekstowe	60	6,0	egzamin	F
Finite Model Theory	60	6,0	egzamin	F
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6,0	egzamin	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 1	30	3,0	zaliczenie	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 2	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Dyskretna	60	6,0	egzamin	F
SAT solvery	60	6,0	egzamin	F
Strukturalna Teoria Grafów	60	6,0	egzamin	F
Systemy rozproszone	60	6,0	egzamin	F
Sztuczna inteligencja - podejście współczesne	60	6,0	egzamin	F
Teoria Informacji	60	6,0	egzamin	F
Uczenie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Analiza obrazów medycznych	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Applied deep learning	60	6,0	egzamin	F
Systemy baz danych NoSQL	60	6,0	egzamin	F
Biometria	60	6,0	egzamin	F
Deep learning z zastosowaniami w NLP	60	6,0	egzamin	F
Geometria obliczeniowa	60	6,0	egzamin	F
Hurtownie danych w systemie SAS	60	6,0	egzamin	F
Informatyka śledcza	60	6,0	egzamin	F
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych	60	6,0	egzamin	F
Programowanie urządzeń mobilnych – Android	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie grafiki i muzyki	60	6,0	egzamin	F
Rozproszone i mobilne bazy danych	60	6,0	egzamin	F
Selected Topics in Blockchain Technology and Distributed Ledgers	60	6,0	egzamin	F
Sieci neuronowe	60	6,0	egzamin	F
Rozpoznawanie obrazów	60	6,0	egzamin	F
Basic Differential Topology	60	6,0	egzamin	F
Ergodic Theory II: multiple recurrence and joinings	60	6,0	egzamin	F
Matematyka ubezpieczeń majątkowych	60	6,0	egzamin	F
Homotopijne własności grup Liego - kurs elementarny	60	6,0	egzamin	F
HSBC Quants Academy	60	6,0	egzamin	F
Quantitative methods and applications	60	6,0	egzamin	F
Complex analytic geometry 2	60	6,0	egzamin	F
Medial axis and singularities	60	6,0	egzamin	F
Algebra komputerowa	60	6,0	egzamin	F
Arbitrage Pricing of Financial Derivatives	60	6,0	egzamin	F
Wstęp do inżynierii finansowej	60	6,0	egzamin	F
Modele statystyczne z wykorzystaniem narzędzi SAS	60	6,0	egzamin	F
Wstęp do próbkowania oszczędnego	60	6,0	egzamin	F
Nowoczesna teoria całki	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do analizy niearchimedesowej	60	6,0	egzamin	F
Słabe rozwiązania równań różniczkowych cząstkowych	60	6,0	egzamin	F
Ekonomia menedżerska	60	6,0	egzamin	F
Ekonometria dynamiczna i finansowa	60	6,0	egzamin	F
Topologia ujarzmiona: geometria o-minimalna	60	6,0	egzamin	F
Analiza stochastyczna	60	6,0	egzamin	F
Sterowanie stochastyczne w czasie ciągłym	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Topologiczna teoria punktów stałych	60	6,0	egzamin	F
Foundations of homology theory	60	6,0	egzamin	F
Teoria operatorów III	60	6,0	egzamin	F
Języki programowania do przetwarzania danych	60	6,0	egzamin	F
Funkcje specjalne. Wybrane zagadnienia	60	6,0	egzamin	F
Łańcuchy Markowa i zastosowania	60	6,0	egzamin	F
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6,0	egzamin	F
Topologia w analizie danych i dynamice	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty matematyczne				O
opis powyżej				
Analiza danych statystycznych w systemie SAS	60	6,0	egzamin	F
Computational Algebraic Group Theory	30	2,0	egzamin	F
Dynamika symboliczna i kody	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie matematyczne	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zagadnienia analizy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty informatyczne				O
opis powyżej				
Modelling of atmospheric clouds	60	6,0	egzamin	F
Kodowanie informacji	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie obiektowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie niskopoziomowe	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do kognitywistyki	60	6,0	egzamin	F
Effective and modern C++ programming	60	6,0	egzamin	F
Seminaria				O
opis powyżej				
Matematyka obliczeniowa	30	3,0	zaliczenie	F
Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka dyskretna	30	3,0	zaliczenie	F
Algebra i Logika w Informatyce	30	3,0	zaliczenie	F
Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne	30	3,0	zaliczenie	F
Informatyka Teoretyczna	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Kombinatoryczna	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria danych i oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Metody AI	30	3,0	zaliczenie	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Przetwarzanie obrazów i danych	30	3,0	zaliczenie	F
Różniczkowa teoria Galois	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium kognitywistyczne	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego	30	3,0	zaliczenie	F
Sieci komputerowe	30	3,0	zaliczenie	F
Testowanie i jakość oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów	30	3,0	zaliczenie	F
Zaawansowana organizacja komputerów	30	3,0	zaliczenie	F
Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji	30	3,0	zaliczenie	F
Geometria przestrzeni Banacha	30	3,0	zaliczenie	F
Historia matematyki	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka stosowana	30	3,0	zaliczenie	F
Metody teorii aproksymacji	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej	30	3,0	zaliczenie	F
Teoria osobliwości	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia różniczkowa i algebraiczna	30	3,0	zaliczenie	F
Układy Dynamiczne	30	3,0	zaliczenie	F

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Wydziałowe kursy do wyboru				F
opis powyżej				
Algebra dla Informatyków	60	6,0	egzamin	F
Algorytmiczna Teoria Gier	60	6,0	egzamin	F
Algorytmika Problemow Trudnych	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Aproksymacyjne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Geometryczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Grafowe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Probabilistyczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Równoległe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Tekstowe	60	6,0	egzamin	F
Finite Model Theory	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6,0	egzamin	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 1	30	3,0	zaliczenie	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 2	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Dyskretna	60	6,0	egzamin	F
SAT solvery	60	6,0	egzamin	F
Strukturalna Teoria Grafów	60	6,0	egzamin	F
Systemy rozproszone	60	6,0	egzamin	F
Sztuczna inteligencja - podejście współczesne	60	6,0	egzamin	F
Teoria Informacji	60	6,0	egzamin	F
Uczenie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Bioinformatyka	60	6,0	egzamin	F
Kody i kaflowania	60	6,0	egzamin	F
Metoda elementu skończonego	60	6,0	egzamin	F
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych	60	6,0	egzamin	F
Programowanie dla WWW	60	6,0	egzamin	F
Programowanie urządzeń mobilnych – Apple iOS	60	6,0	egzamin	F
Programowanie w Java	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie języka naturalnego	60	6,0	egzamin	F
Bazy danych 2	60	6,0	egzamin	F
Testowanie oprogramowania	60	6,0	egzamin	F
Wzorce projektowe	60	6,0	egzamin	F
Zaawansowane wzorce projektowe i architektoniczne	60	6,0	egzamin	F
Basic Real Algebraic Geometry	60	6,0	egzamin	F
Galois Theory	60	6,0	egzamin	F
Ergodic Theory	60	6,0	egzamin	F
Matematyczne aspekty wyborów	60	6,0	egzamin	F
Matematyka olimpiad i konkursów	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zastosowania algebry abstrakcyjnej	60	6,0	egzamin	F
Elementarna teoria homotopii	60	6,0	egzamin	F
Complex analytic geometry 1	60	6,0	egzamin	F
Geometria różniczkowa krzywych i powierzchni	60	6,0	egzamin	F
Fourier transform and distribution theory	60	6,0	egzamin	F
Introduction to Probability and Statistics	60	6,0	egzamin	F
Functional Equations	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zagadnienia empirycznej mikroekonomii	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Przestrzenie metryczne	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do teorii modeli	60	6,0	egzamin	F
Analiza formalna i funkcje analityczne	60	6,0	egzamin	F
Sterowanie stochastyczne w czasie dyskretnym	60	6,0	egzamin	F
Ekonometria II	60	6,0	egzamin	F
Matematyka ubezpieczeń na życie	60	6,0	egzamin	F
Applied Ordinary Differential Equations	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie i wizualizacja danych w SAS	60	6,0	egzamin	F
Statystyka w badaniach edukacyjnych	60	6,0	egzamin	F
Teoria liczb	60	6,0	egzamin	F
Geometryczna teoria nawigacji	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie ryzyka kredytowego	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty matematyczne				O
opis powyżej				
Funkcje analityczne	60	6,0	egzamin	F
Jakościowa teoria układów dynamicznych z komputerem	60	6,0	egzamin	F
Metody optymalizacji	60	6,0	egzamin	F
Miara i całka	60	6,0	egzamin	F
Modele matematyki finansowej	60	6,0	egzamin	F
Topologia 2	60	6,0	egzamin	F
Analiza matematyczna 3	120	12,0	egzamin	F
Funkcje rzeczywiste	60	6,0	egzamin	F
Topological dynamics and chaos	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty informatyczne				O
opis powyżej				
Efektywne programowanie w języku Python	60	6,0	egzamin	F
Modelling of atmospheric clouds	60	6,0	egzamin	F
Kryptologia	60	6,0	egzamin	F
Nauczanie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie abstrakcyjne	60	6,0	egzamin	F
Programowanie funkcyjne	60	6,0	egzamin	F
Programowanie w logice	60	6,0	egzamin	F
Programowanie niskopoziomowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie współbieżne	60	6,0	egzamin	F
Teoria informacji w nauczaniu maszynowym	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Przedmioty humanistyczne lub z dziedziny nauk społecznych				O
opis powyżej				
Historia matematyki 1	30	3,0	zaliczenie	F
Psychologia ogólna	45	2,0	zaliczenie	F
Filozofia	60	5,0	zaliczenie	F
Seminaria				O
opis powyżej				
Matematyka obliczeniowa	30	3,0	zaliczenie	F
Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka dyskretna	30	3,0	zaliczenie	F
Algebra i Logika w Informatyce	30	3,0	zaliczenie	F
Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne	30	3,0	zaliczenie	F
Informatyka Teoretyczna	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Kombinatoryczna	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria danych i oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Metody AI	30	3,0	zaliczenie	F
Modelowanie 3D i animacja komputerowa	30	3,0	zaliczenie	F
Przetwarzanie obrazów i danych	30	3,0	zaliczenie	F
Różniczkowa teoria Galois	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium kognitywistyczne	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego	30	3,0	zaliczenie	F
Testowanie i jakość oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów	30	3,0	zaliczenie	F
Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji	30	3,0	zaliczenie	F
Geometria przestrzeni Banacha	30	3,0	zaliczenie	F
Historia matematyki	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka stosowana	30	3,0	zaliczenie	F
Metody teorii aproksymacji	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej	30	3,0	zaliczenie	F
Teoria osobliwości	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia różniczkowa i algebraiczna	30	3,0	zaliczenie	F
Układy Dynamiczne	30	3,0	zaliczenie	F

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Konsultacje indywidualne	10	16,0	zaliczenie	O
Wydziałowe kursy do wyboru				F
opis powyżej				
Algebra dla Informatyków	60	6,0	egzamin	F
Algorytmiczna Teoria Gier	60	6,0	egzamin	F
Algorytmika Problemow Trudnych	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Aproksymacyjne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Geometryczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Grafowe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Probabilistyczne	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Równoległe	60	6,0	egzamin	F
Algorytmy Tekstowe	60	6,0	egzamin	F
Finite Model Theory	60	6,0	egzamin	F
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6,0	egzamin	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 1	30	3,0	zaliczenie	F
Laboratorium Sieci Neuronowych 2	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Dyskretna	60	6,0	egzamin	F
SAT solvery	60	6,0	egzamin	F
Strukturalna Teoria Grafów	60	6,0	egzamin	F
Systemy rozproszone	60	6,0	egzamin	F
Sztuczna inteligencja - podejście współczesne	60	6,0	egzamin	F
Teoria Informacji	60	6,0	egzamin	F
Uczenie maszynowe	60	6,0	egzamin	F
Analiza obrazów medycznych	60	6,0	egzamin	F
Applied deep learning	60	6,0	egzamin	F
Systemy baz danych NoSQL	60	6,0	egzamin	F
Bezpieczeństwo systemów komputerowych	60	6,0	egzamin	F
Biometria	60	6,0	egzamin	F
Cognitive systems	60	6,0	egzamin	F
Deep learning z zastosowaniami w NLP	60	6,0	egzamin	F
Geometria obliczeniowa	60	6,0	egzamin	F
Grafika komputerowa	60	6,0	egzamin	F
Human-Computer communication	60	6,0	egzamin	F
Hurtownie danych w systemie SAS	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Informatyka śledcza	60	6,0	egzamin	F
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych	60	6,0	egzamin	F
Programowanie urządzeń mobilnych – Android	60	6,0	egzamin	F
Przetwarzanie grafiki i muzyki	60	6,0	egzamin	F
Rozproszone i mobilne bazy danych	60	6,0	egzamin	F
Selected Topics in Blockchain Technology and Distributed Ledgers	60	6,0	egzamin	F
Sieci neuronowe	60	6,0	egzamin	F
Rozpoznawanie obrazów	60	6,0	egzamin	F
Basic Differential Topology	60	6,0	egzamin	F
Ergodic Theory II: multiple recurrence and joinings	60	6,0	egzamin	F
Matematyka ubezpieczeń majątkowych	60	6,0	egzamin	F
Homotopijne własności grup Liego - kurs elementarny	60	6,0	egzamin	F
HSBC Quants Academy	60	6,0	egzamin	F
Quantitative methods and applications	60	6,0	egzamin	F
Complex analytic geometry 2	60	6,0	egzamin	F
Medial axis and singularities	60	6,0	egzamin	F
Algebra komputerowa	60	6,0	egzamin	F
Arbitrage Pricing of Financial Derivatives	60	6,0	egzamin	F
Wstęp do inżynierii finansowej	60	6,0	egzamin	F
Modele statystyczne z wykorzystaniem narzędzi SAS	60	6,0	egzamin	F
Wstęp do próbkowania oszczędnego	60	6,0	egzamin	F
Nowoczesna teoria całki	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do analizy niearchimedesowej	60	6,0	egzamin	F
Słabe rozwiązania równań różniczkowych cząstkowych	60	6,0	egzamin	F
Ekonomia menedżerska	60	6,0	egzamin	F
Ekonometria dynamiczna i finansowa	60	6,0	egzamin	F
Topologia ujarzmiona: geometria o-minimalna	60	6,0	egzamin	F
Analiza stochastyczna	60	6,0	egzamin	F
Sterowanie stochastyczne w czasie ciągłym	60	6,0	egzamin	F
Topologiczna teoria punktów stałych	60	6,0	egzamin	F
Foundations of homology theory	60	6,0	egzamin	F
Teoria operatorów III	60	6,0	egzamin	F
Języki programowania do przetwarzania danych	60	6,0	egzamin	F
Funkcje specjalne. Wybrane zagadnienia	60	6,0	egzamin	F
Łańcuchy Markowa i zastosowania	60	6,0	egzamin	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6,0	egzamin	F
Topologia w analizie danych i dynamice	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty matematyczne				O
opis powyżej				
Analiza danych statystycznych w systemie SAS	60	6,0	egzamin	F
Computational Algebraic Group Theory	30	2,0	egzamin	F
Dynamika symboliczna i kody	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie matematyczne	60	6,0	egzamin	F
Wybrane zagadnienia analizy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty informatyczne				O
opis powyżej				
Modelling of atmospheric clouds	60	6,0	egzamin	F
Kodowanie informacji	60	6,0	egzamin	F
Modelowanie obiektowe	60	6,0	egzamin	F
Programowanie niskopoziomowe	60	6,0	egzamin	F
Wprowadzenie do kognitywistyki	60	6,0	egzamin	F
Effective and modern C++ programming	60	6,0	egzamin	F
Przedmioty humanistyczne lub z dziedziny nauk społecznych				O
opis powyżej				
Historia matematyki 2	30	3,0	zaliczenie	F
Psychologia	60	5,0	zaliczenie	F
Seminaria				O
opis powyżej				
Matematyka obliczeniowa	30	3,0	zaliczenie	F
Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka dyskretna	30	3,0	zaliczenie	F
Algebra i Logika w Informatyce	30	3,0	zaliczenie	F
Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne	30	3,0	zaliczenie	F
Informatyka Teoretyczna	30	3,0	zaliczenie	F
Optymalizacja Kombinatoryczna	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria danych i oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne	30	3,0	zaliczenie	F
Metody AI	30	3,0	zaliczenie	F
Przetwarzanie obrazów i danych	30	3,0	zaliczenie	F
Różniczkowa teoria Galois	30	3,0	zaliczenie	F

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium kognitywistyczne	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego	30	3,0	zaliczenie	F
Sieci komputerowe	30	3,0	zaliczenie	F
Testowanie i jakość oprogramowania	30	3,0	zaliczenie	F
Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów	30	3,0	zaliczenie	F
Zaawansowana organizacja komputerów	30	3,0	zaliczenie	F
Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji	30	3,0	zaliczenie	F
Geometria przestrzeni Banacha	30	3,0	zaliczenie	F
Historia matematyki	30	3,0	zaliczenie	F
Matematyka stosowana	30	3,0	zaliczenie	F
Metody teorii aproksymacji	30	3,0	zaliczenie	F
Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej	30	3,0	zaliczenie	F
Teoria osobliwości	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia	30	3,0	zaliczenie	F
Topologia różniczkowa i algebraiczna	30	3,0	zaliczenie	F
Układy Dynamiczne	30	3,0	zaliczenie	F

O - obowiązkowy
F - fakultatywny

Sylabusy

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algebra dla Informatyków

Nazwa przedmiotu Algebra dla Informatyków			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zastosowania symetrii i innych narzędzi algebraicznych do problemów decyzyjnych, optymalizacyjnych, maksymalizacyjnych etc.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozwiązywać proste zadania informatyczne i algebraiczne związane z treścią kursu.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student jest gotów prezentować swoje rozwiązania i krytycznie podchodzić do rozwiązań prezentowanych przez innych.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	W ramach kursu prezentowane są narzędzia algebraiczne mające zastosowanie w Problemie Spełnialności Więzów i problemach pokrewnych. W szczególności przedstawiana jest podejście algebraiczne do problemu bazujące na powiązanie Galois pomiędzy szablonami CSP i polimorfizmami struktur relacyjnych. Przedstawiane są algorytmy aproksymacyjne i maksymalizacyjne, oparte na programowaniu liniowym i dodatnio półokreślonym. Pokrótce przedstawione są najnowsze kierunki prac badawczych w temacie.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Egzamin z zakresu kursu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Czynny udział w ćwiczeniach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	20
przygotowanie do ćwiczeń	20
rozwiązywanie zadań problemowych	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza numeryczna

Nazwa przedmiotu Analiza numeryczna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna, algebra liniowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe algorytmy z numerycznej z algebry liniowej, interpolacji i aproksymacji funkcji itp	MKO_K2_W03, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować podstawowe algorytmy z numerycznej z algebry liniowej, interpolacji i aproksymacji funkcji itp	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	twórczej pracy	MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Numeryczne zadania algebry liniowej z akcentem na problem własny, Metoda Newtona i ODE, Interpolacja trygonometryczna, aproksymacja abstrakcyjnie i wielomiany czebyszewa, calka Gaussa-Legendre'a, aproksymacja jednostajna	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	zdanie egzaminu
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	pozytywne oceny

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	45
przygotowanie do egzaminu	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny / ustny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Efektywne programowanie w języku Python

Nazwa przedmiotu Efektywne programowanie w języku Python			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania w dowolnym języku; znajomość algorytmicznych podstaw informatyki.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest zaznajomienie studenta z podstawami programowania w języku Python oraz zastosowanie go jako narzędzia do rozwiązywania typowych zagadnień spotykanych w uczeniu maszynowym, fizyce itp. Szczególny nacisk położony jest na prezentację i wypracowywanie rozwiązań które w efektywny sposób wykorzystują możliwości języka. Praca jest samodzielna, studenci zachęcani są do proponowania własnych modyfikacji istniejących rozwiązań, a także własnych pomysłów analizy danych biometrycznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student stosuje podstawowe oraz zaawansowane techniki obliczeniowe i specjalistyczne narzędzia informatyczne do rozwiązywania typowych problemów algorytmicznych.	MKO_K2_W05
W2	student orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju języków programowania stosowanych do budowy narzędzi wspomagania wizualizację wyników obliczeń.	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student posiada pogłębioną umiejętność przygotowania, realizacji i weryfikacji programów komputerowych napisanych w języku Python.	MKO_K2_U02
U2	student umie samodzielnie rozwiązywać problemy na każdym etapie przygotowania i realizacji programów i projektów w języku Python.	MKO_K2_U06

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych zwłaszcza w kontekście szybko rozwijających nowoczesnych języków programowania.	MKO_K2_K01
K2	precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia języków programowania	MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Treści modułu kształcenia (z podziałem na formy realizacji zajęć) Pierwsza część wykładu obejmować będzie zapoznanie z językiem według następującego planu: 1. Podstawy języka, Pakiety, moduły i biblioteka standardowa 2. Model obiektowy i wyjątki 3. Kolekcje, listy/słowniki/zbiory składane, iteratory i generatory 4. Pliki i strumienie 5. Testowanie i analiza kodu, dekoratory, adnotacje 6. Wątki i procesy W dalszej części zostaną omówione następujące biblioteki: 1. Pillow, scikit-image – manipulacja obrazami 2. Numpy, Scipy – obliczenia numeryczne 3. Matplotlib, PyGoogleChart – tworzenie wykresów 4. Scikit-learn – metody uczenia maszynowego 5. Pandas, h5py – obsługa dużych plików Przedmiot będzie zrealizowany głównie pod kątem wykorzystania najnowszego standardu języka Python 3.6. Wykłady będą poświęcone omówieniu teorii wymienionych wyżej tematów. W ramach laboratoriów studenci wykorzystają tą wiedzę do rozwiązania wybranych problemów praktycznych oraz implementacji w efektywny sposób poznanych algorytmów.	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Ocena końcowa z kursu jest wystawiana na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń oraz wyniku egzaminu, każdy składnik liczny jest z wagą 50%. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie łącznie 50% możliwych do zdobycia punktów.
ćwiczenia	projekt	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie projektów programistycznych oraz zadań wykonywanych w trakcie laboratoriów. Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie łącznie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30

uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie projektu	45
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1	x	x
W2	x	x
U1		x
U2	x	x
K1	x	x
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmiczna Teoria Gier

Nazwa przedmiotu Algorytmiczna Teoria Gier			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

1) Podstawowa znajomość analizy, rachunku prawdopodobieństwa i algebry liniowej 2) Znajomość podstawowych struktur i algorytmów kombinatorycznych 3) Zrozumienie pojęć wielomianowej rozstrzygalności i trudności obliczeniowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy teorii gier oraz metody modelowania za jej pomocą systemów, których uczestnicy zachowują się strategicznie	MKO_K2_W02
W2	metody rozwiązywania typowych problemów teorii gier oraz teoretyczne ograniczenia takich rozwiązań	MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykorzystywać teorię gier do modelowania, przewidywania zachowania, oceny jakości i projektowania systemów, których uczestnicy zachowują się strategicznie, oraz rozwiązywać problemy teorii gier za pomocą algorytmów dokładnych lub aproksymacyjnych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1) Stany równowagi w teorii gier 2) Zastosowania stanów równowagi (trasowanie, szeregowanie zadań) 3) Obliczanie stanów równowagi (algorytmy, klasy złożoności) 4) Algorytmy on-line i zbieżność do stanów równowagi 5) Efektywność stanów równowagi (cena anarchii) 6) Projektowanie mechanizmów motywacyjnie zgodnych 7) Aproksymacja w projektowaniu mechanizmów 8) Aukcje kombinatoryczne	W1, W2, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie ćwiczeń, zaliczenie egzaminu na ocenę pozytywną
ćwiczenia	zaliczenie	rozwiązanie odpowiednio wielu zadań

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	30
rozwiązywanie zadań problemowych	50
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 171
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka obliczeniowa

Nazwa przedmiotu Matematyka obliczeniowa			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończone studia licencjackie w zakresie matematyki komputerowej, matematyki, informatyki lub pokrewne.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem seminarium jest poszerzenie wiedzy słuchaczy na temat aktualnych trendów w badaniach naukowych z zakresu Matematyki Obliczeniowej ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki i topologii obliczeniowej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna aktualne trendy w badaniach naukowych z zakresu Matematyki Obliczeniowej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	student ma pogłębioną wiedzę z zakresu Matematyki Obliczeniowej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeczytać i przedstawić w przystępnej formie zagadnienia pozostające na etapie badań.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U2	samodzielnie pozyskiwać i uzupełniać wiedzę niezbędną do zrozumienia artykułu naukowego.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	student akceptuje i wciela w życie kompetencje społeczne określone w powiązanych kierunkowych efektach kształcenia.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Seminarium 'Matematyka Obliczeniowa' skierowane jest do magistrantów, doktorantów i pracowników zainteresowanych badaniami naukowymi w obszarze Matematyki Obliczeniowej. Dominuje tematyka związana z zainteresowaniami prowadzących: ścisłe obliczenia numeryczne dla równań różniczkowych i dyskretnych układów dynamicznych, algorytmiczne wyznaczanie niezmienników topologicznych układów dynamicznych, komputerowo wspierane dowody w dynamice, algorytmika topologii obliczeniowej (homologie, homologie persystentne, homomorfizmy indukowane, grupa podstawowa), zastosowania topologii obliczeniowej w analizie danych, analizie obrazów, robotyce, sieciach sensorowych.	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie jest wystawiane na podstawie wygłoszonego na seminarium referatu. Temat referatu zostaje podany przez prowadzących seminarium lub musi zostać z nimi uzgodniony. Oceniane jest zarówno merytoryczne przygotowanie referatu jak i forma jego przedstawienia.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modelling of atmospheric clouds

Nazwa przedmiotu Modelling of atmospheric clouds			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Modelling of atmospheric clouds			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

przydatna wiedza: metody numeryczne, równania różniczkowe, termodynamika, hydrodynamika, programowanie w języku Python, programowanie abstrakcyjne

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Umiejętność sformułowania, implementacji i wykonania symulacji opartych o modele matematyczne procesów chmurowych zachodzących w atmosferze

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy termodynamiki powietrza wilgotnego	MKO_K2_W03, MKO_K2_W06
W2	parametry opisujące mikrostrukturę chmur	MKO_K2_W03
W3	ścieżki powstawania chmur i deszczu	MKO_K2_W03
W4	hierarchia konstrukcji modeli chmur - od cząstki zerowymiarowej po trójwymiarową dynamikę płynu	MKO_K2_W03

W5	hierarchia opisu widma rozmiarów kropel - od jedno- przez wielo-momentowy po opis przedziałowy (bin) i śledzenie cząstek	MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W6	Eulerowskie a lagranżowskie sformułowanie dynamiki chmur (w przestrzeni, jak i w widmie rozmiarów)	MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W7	ograniczenia symulacji wynikające z wielo-skalowej natury procesów chmurowych, z dyskretyzacji w czasie, w przestrzeni i w widmie rozmiarów oraz z ograniczonych zasobów obliczeniowych	MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wyprowadzić układ równań różniczkowych zwyczajnych opisujący ewolucję parametrów stanu powietrza wilgotnego	MKO_K2_U06
U2	wykorzystać narzędzia do analizy wymiarowej wyrażeń w kodzie programu mających interpretację fizyczną	MKO_K2_U01
U3	zaimplementować i scałkować numerycznie równania różniczkowe zwyczajne opisujące wzrost kondensacyjny kropel chmurowych	MKO_K2_U01
U4	wyprowadzić, zaimplementować i wykonać analizę zbieżności podstawowego algorytmu do numerycznego całkowania równań transportu	MKO_K2_U01
U5	zaimplementować symulację typu Monte-Carlo wzrostu kropel przez zderzenia	MKO_K2_U01
U6	odnieść rozważane parametry i zmienne modeli do wielkości ujmowanych w prognozach pogody	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	dyskusji roli procesów chmurowych w symulacjach pogody i klimatu	MKO_K2_K01
K2	dyskusji możliwości i ograniczeń jakie cechują modele matematyczne chmur i ich zdyskretyzowane sformułowania używane w symulacjach numerycznych	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Narzędzia: Jupyter, Python, NumPy, pint, SciPy, matplotlib	U2, U3, U4, K2
2.	Fizyka: powietrze wilgotne, przemiany fazowe wody, widmo rozmiarów cząstek, dyfuzja w geometrii sferycznej, prawa zachowania a zagadnienia transportu	W1, W2, W3, W5, U3, U4, U6, K1
3.	wzrost kondensacyjny (portret fazowy dynamiki rozmiarów kropel wynikający z krzywej Koehlera; bifurkacje w i sztywność układu równań różniczkowych zwyczajnych)	W3, W5, W6, U1, U3, K2
4.	transport adwekcyjny (schematy upwind i MPDATA; analiza zbieżności; transport w przestrzeni i widmie rozmiarów)	W4, W5, W6, W7, U4, K2
5.	wzrost przez zderzenia (Super-Droplet Method / symulacje Monte-Carlo)	W3, W5, W6, W7, U5, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, udział w badaniach

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, zaliczenie ustne	

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	prezentacja, zaliczenie	obecność + krótkie demonstracje programów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przeprowadzenie badań literaturowych	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	egzamin pisemny	zaliczenie ustne	prezentacja	zaliczenie
W1	x	x		
W2	x	x		
W3	x	x		
W4	x	x		
W5	x	x		
W6	x	x		
W7	x	x		
U1	x	x		
U2			x	x
U3			x	x
U4			x	x
U5			x	x
U6	x	x		
K1		x		
K2		x		

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza funkcjonalna

Nazwa przedmiotu Analiza funkcjonalna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza matematyczna, Topologia

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe twierdzenia i pojęcia z analizy funkcjonalnej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować poznane wyniki analizy funkcjonalnej w konkretnych zagadnieniach fizyki matematycznej.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	badania zagadnień fizyki matematycznej, w których ma zastosowanie poznana wiedza.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Przestrzenie topologiczne, metryczne, unormowane. Twierdzenie Hahna-Banacha. Przestrzenie Banacha. Przestrzenie ośrodkowe. Przykłady. Przestrzenie L^p i podstawowe nierówności dla funkcji z tych przestrzeni. Przestrzenie Hilberta. Nierówność Cauchy'ego. Twierdzenie o projekcji i twierdzenie Riesza o reprezentacji. Szeregi Fouriera. Układy ortonormalne zupełne. Zbieżność szeregów Fouriera konkretnych funkcji. Operatory i funkcjonały liniowe na przestrzeniach Banacha. Ograniczoność. Twierdzenia o odwzorowaniu otwartym i wykresie domkniętym. Twierdzenie Banacha Steinhausa.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	Zaliczenie ćwiczeń. Zdanie egzaminu pisemnego i ustnego.
ćwiczenia	zaliczenie	Dwa kolokwia i aktywność.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x	
U1	x		x
K1			x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Funkcje analityczne

Nazwa przedmiotu Funkcje analityczne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcia zawarte w treści sylabusa	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W07

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe własności liczb zespolonych, funkcje elementarne, zasadnicze twierdzenie algebry, C-różniczkowalność, całki po drogach, twierdzenie całkowe Cauchy'ego-Goursata dla trójkąta, równoważność istnienia pierwotnej i znikania całek po drogach zamkniętych, wzór całkowy Cauchy'ego. Twierdzenie Morery, twierdzenie Liouville'a, zasada maksimum. Twierdzenie Weierstrassa o ciągach funkcji holomorficznych, wzór Cauchy'ego-Hadamarda, zasada identyczności dla szeregów potęgowych i funkcji holomorficznych. Twierdzenie o odwzorowaniu otwartym, indeks drogi zamkniętej, twierdzenie Cauchy'ego-Dixona. Szeregi Laurenta, osobliwości funkcji holomorficznych, twierdzenie Casoratiego-Weierstrassa-Sochockiego, twierdzenie o residuach, obliczanie pewnych całek rzeczywistych. Zasada argumentu, twierdzenie Rouché'go. Odwzorowania konforemne, lemat Schwarza, automorfizmy koła, homografie, twierdzenie Riemanna o odwzorowaniu konforemnym (bez dowodu). Funkcje harmoniczne, wzór Poissona.	W1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Pozytywne zaliczenie egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywne zaliczenie ćwiczeń

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmika Problemow Trudnych

Nazwa przedmiotu Algorytmika Problemow Trudnych			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Algorytmy i Struktury Danych 1 oraz Algorytmy i Struktury Danych II

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe techniki konstrukcji algorytmów parametryzowanych, aproksymacyjnych, i (pod)wykładniczych wymienionych w polu Treść sylabusa, zna metody dowodzenia nieistnienia takich algorytmów w oparciu o powszechnie przyjęte założenia złożonościowe (P różne od NP, W[1] różne od FPT, ETH, SETH).	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zna podstawowe narzędzia wspomagające analityczną pracę informatyka, w szczególności potrafi projektować algorytmy aproksymacyjne, parametryzwoane, oraz (pod)wykładnicze dla problemów obliczeniowych dla których najprawdoopodobniej nie istnieją dokładne algorytmy wielomianowe	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1) Algorytmika Parametryzowana: - Problemy FPT i kernelizacja. Przykłady algorytmów kernelizacji. - Kernelizacja w oparciu o programowanie liniowe. - Wykazywanie trudności obliczeniowej problemów parametryzowanych (klasy W[k], parametryzowane redukcje). - Przykłady problemów W[k]-trudnych. Przykłady redukcji parametryzowanych. - Techniki konstruowania algorytmów parametryzwanych (kernelizacje, algorytmy rozgałęziające się, Color Coding, iteracyjna kompresja, i.t.d.) 2) Algorytmy aproksymacyjne: - kombinatroryczne - oparte na Programowaniu Liniowym (losowe zaokrąglanie, technika prymalno-dualna, i inne). 3) Algorytmy wykładnicze. - Algorytmy rozgałęziające się. Algorytmy oparte na technice "Mierz i Zwyciężaj". - Algorytmy wykorzystające zasadę włączeń i wyłączeń. - Algorytmy Programowania Dynamicznego. 4) ETH. SETH. Twierdzenie o rozrzedzaniu. - Wzajemne relacje między ETH, SETH, W[1] różne od FPT, P różne od NP. - Przykłady zastosowań dla klasycznych problemów obliczeniowych. Implikacje dla W[k] złożoności. 5) Elementy strukturalnej teorii grafów i jej wykorzystanie w algorytmice: - Szerokość drzewowa grafów (Równoważne definicje, Programowanie dynamiczne po dekompozycji drzewowej, Zastosowania do grafów planarnych - algorytmy podwykładnicze, Twierdzenie Courcell'a - przykłady zastosowań.) - Minory - definicje. Twierdzenia o gridzie (bez dowodu) wraz z zastosowaniami w algorytmice.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Kryptologia

Nazwa przedmiotu Kryptologia			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wstęp do matematyki dyskretnej

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest wprowadzenie studentów w problematykę nowoczesnej kryptografii i kryptoanalizy ze szczególnym uwzględnieniem matematycznych podstaw metod i algorytmów kryptografii i krypto-analizy. Wykład obejmuje także aspekty historyczne kryptologii, ze szczególnym uwzględnieniem złamania szyfru Enigmy.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe pojęcia, metody i algorytmy kryptografii i kryptoanalizy	MKO_K2_W01
W2	zna pojęcia, twierdzenia z zakresu teorii liczb oraz algorytmy teorii liczb	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi prezentować poznane krypto systemy, algorytmy i protokoły kryptograficzne wraz z dowodami ich poprawności	MKO_K2_U02
U2	potrafi projektować i uzasadnić poprawność poznanych krypto systemów oraz protokołów kryptograficznych	MKO_K2_U03
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	jest przygotowany do uzupełniania swojej wiedzy; umie ocenić stopień zrozumienia przez siebie problemu	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	historyczny przegląd kryptografii symetrycznej - "od Juliusza Cezara do G. Vernama" algorytmiczne problemy teorii liczb - własności, twierdzenia, algorytmy maszyny rotorowe – Młynek Jeffersona; ENIGMA; model matematyczny; podstawy teoretyczne przełamania szyfru; historia; tw. ktore rozstrzygnęło II wojnę światową DES, schemat Feistela; kryptoanaliza rożnicowa; metody probabilistyczne AES; elementy ciał Galois - wprowadzenie i algorytmy Idea klucza publicznego, elementy teorii złożoności; funkcje jednokierunkowe; problem plecakowy i kryptosystem plecakowy; algorytm Shamira przełamania kryptosystemu plecakowego, RSA; ataki; faktoryzacja; metoda uniwersalnego wykładnika; p-1 algorytm; sito kwadratowe Liczby pseudopierwsze - testy pierwszości: Fermata, Solovaya-Strassena, Millera-Rabina, AKS logarytm dyskretny; elementy pierwotne; algorytmy; ciała Galois cd.; kryptosystem ElGamala; Protokoł kryptograficzny – wprowadzenie; Rzut monetą przez telefon; poker telefoniczny; częściowe odkrywanie sekretu; dystrybucja kluczy; schematy identyfikacji Dowody o wiedzy zerowej informacja o kryptografii na krzywych eliptycznych	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	80
przygotowanie do egzaminu	40
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
U1		x
U2		x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Jakościowa teoria układów dynamicznych z komputerem

Nazwa przedmiotu Jakościowa teoria układów dynamicznych z komputerem			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza, algebra liniowa, jakiś kurs z równań różniczkowych zwyczajnych mile widziany

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe metody geometrycznych w analizie dynamiki odwzorowań i równań różniczkowych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podjąć jakościową , wspomaganą komputerem, analizę dynamiki odwzorowań i równań różniczkowych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	twórczej pracy	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	podstawowe metody geometrycznych w analizie dynamiki odwzorowań i równań różniczkowych: twierdzenia o punktach stałych, rozmaitościach niezmienniczych i Grobmana-Hartmana	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	zdanie egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie	praca na ćwiczeniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	45
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne

Nazwa przedmiotu Równania różniczkowe i zagadnienia pokrewne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Równania rózniczkowe lub równoważny wykład

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	równania różniczkowe i ich własności	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeczytać i zrozumieć artykuł naukowy w dziedzinie równań różniczkowych	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wygłosić prezentację na temat z artykułu naukowego w dziedzinie równań różniczkowych	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Studiowanie wybranych zagadnień z bieżacej literatury naukowej dotyczących równań różniczkowych	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Aproksymacyjne

Nazwa przedmiotu Algorytmy Aproksymacyjne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algorytmy i struktury danych 1 i 2

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	1. Zapoznanie studentów z podstawowymi i bardziej zaawansowanymi technikami konstrukcji algorytmów aproksymacyjnych. 2. Implementacja i porównanie różnych heurez dla problemu komiwojażera.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe i zaawansowane techniki konstrukcji i analizy algorytmów aproksymacyjnych wraz z ich implementacjami	MKO_K2_W01, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	projektować kombinatoryczne algorytmy aproksymacyjne i ocenić ich efektywność	MKO_K2_U01
U2	wykorzystywać programowanie liniowe w projektowaniu algorytmów aproksymacyjnych	MKO_K2_U01
U3	implementować wybrane heurystyki i algorytmy aproksymacyjne	MKO_K2_U01
U4	zaprojektować prosty algorytm aproksymacyjny, dokonać jego analizy oraz w sposób zrozumiały przedstawić opracowanie rozwiązania zadanego problemu	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U04

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zadawania pytań, pozwalających na pogłębienie zrozumienia danego tematu oraz formułowania własnych ocen i wniosków	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Techniki kombinatoryczne konstrukcji algorytmów aproksymacyjnych, np. - podejście zachłanne, - rozwarstwianie, - technika odcinania parametrycznego, - wykorzystanie znanych algorytmów dokładnych: minimalnego drzewa rozpinającego, przekrojów, skojarzeń.	W1, U1, U4, K1
2.	Algorytmy oparte na programowaniu liniowym: - technika zaokrąglania - schemat prymalno-dualny - metoda iteracyjna	W1, U2, U4, K1
3.	4. Algorytmy aproksymacyjne i heuezy dotyczące problemu komiwojażera wraz z implementacjami: - wyznaczanie ograniczenai dolnego - algorytm Christofidesa - technika "savings" - heureza Lin-Kernighana - heureza Helsgauna - "rectangle decomposition"	W1, U1, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	45
rozwiązywanie zadań	35
przygotowanie do sprawdzianu	10
przygotowanie do egzaminu	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3		x
U4	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Geometryczne

Nazwa przedmiotu Algorytmy Geometryczne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algorytmy i struktury danych 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna szerokie spektrum algorytmów i struktur danych specyficznych dla problemów geometrii obliczeniowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	potrafi analizować problemy geometryczne pod kątem możliwości ich efektywnego rozwiązywania	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W3	jest świadom wpływu architektury komputera, w szczególności błędów zaokrągleń, na wyniki obliczeń w geometrii i przewiduje skutki tego wpływu	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi modelować problemy geometryczne przedstawione w języku naturalnym posługując się językiem matematyki i zaawansowanymi koncepcjami algorytmicznymi	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	projektuje i implementuje efektywne rozwiązania dla problemów geometrycznych z wykorzystaniem wydajnych algorytmów i struktur danych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi komunikować się w zespole i precyzyjnie formułować pytania	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawowe techniki algorytmiczne w geometrii, przykłady prostych zastosowań w algorytmach wypukłej otoczki na płaszczyźnie. 2. Algorytm Chana dla wypukłej otoczki i dolne oszacowanie złożoności problemu. 3. Przecinanie się odcinków na płaszczyźnie, zastosowania. 4. Reprezentacja podziału płaszczyzny - podwójnie wiązana lista krawędzi; nakładanie podziałów płaszczyzny. 5. Diagramy Voronoi: własności, algorytm zamiatania. 6. Problem galerii i triangulacja wielokąta, podział wielokąta na fragmenty monotoniczne. 7. Lokalizacja punktu: metoda łańcuchów, mapy trapezowe i algorytm przyrostowy, analiza probabilistyczna. 8. Otoczka wypukła w R^3, algorytm przyrostowy. 9. Dualność, układy prostych na płaszczyźnie, zastosowania. 10. Przeszukiwanie obszarów ortogonalnych, kd-drzewa, wielowymiarowe drzewa obszarów, kaskadowanie cząstkowe. 11. Wybrane struktury danych w geometrii obliczeniowej: drzewa przedziałów, drzewa wyszukiwania priorytetowego, drzewa odcinków. 12. Drzewa BSP, konstrukcja, algorytm malarza.	W1, W2, W3, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Pozytywna ocena z egzaminu. Dopuszczenie do egzaminu pod warunkiem pozytywnej oceny z laboratorium. Końcowa ocena jest średnią oceny z laboratorium oraz egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie ćwiczeń na podstawie programów zaliczeniowych oraz zadań domowych.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka dyskretna

Nazwa przedmiotu Matematyka dyskretna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zalecane jest zaliczenie kursów (lub równoważnych): Algebra liniowa z geometrią I/II, Teoria języków i automatów, Wstęp do matematyki dyskretnej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna współczesne wyniki z zakresu matematyki dyskretnej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi przeczytać ze zrozumieniem co najmniej jedną publikację naukową dotyczącą matematyki dyskretnej, przedstawić w zrozumiały sposób wyniki w niej zawarte, a także prowadzić dyskusję z nimi związaną.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zachodzących zmian.	MKO_K2_K01
K2	potrafi definiować priorytety służące realizacji zadania; podchodzi ze stosowną rezerwą do opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający i poprawny uzasadnione.	MKO_K2_K02
K3	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie.	MKO_K2_K03
K4	jest świadom swojej roli w społeczeństwie i odpowiedzialności za dobro wspólne.	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omawianie wybranych publikacji naukowych z zakresu matematyki dyskretnej. W każdym semestrze prowadzący proponuje zestaw publikacji do zreferowania przez studentów.	W1, U1, K1, K2, K3, K4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Warunki zaliczenia kursu znajdują się na stronie przedmiotu w systemie Pegaz.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 75
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x
K2	x
K3	x
K4	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algebra i Logika w Informatyce

Nazwa przedmiotu Algebra i Logika w Informatyce			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	nowe wyniki naukowe pojawiające się na pograniczu algebry i logiki,	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zaprezentować pracę naukową i prowadzić dyskusję dotyczącą wyników prezentowanych przez innych.	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	krytycznej analizy wyników naukowych.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	W ramach seminarium prezentowane są najnowsze wyniki naukowe w informatyce publikowane na styku algebry i logiki.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Ocena prezentacji, obecności i aktywności.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przeprowadzenie badań literaturowych	15
przygotowanie referatu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 75
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Metody optymalizacji

Nazwa przedmiotu Metody optymalizacji			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

AM2, AL2

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie z podstawowymi zagadnieniami optymalizacji, programowaniem liniowym i nieliniowym, prezentacja wybranych metod przybliżonego rozwiązywania zadań optymalizacji

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie podstawowych twierdzeń egzystencjalnych optymalizacji, warunków koniecznych i wystarczających optymalności oraz charakterystyki rozwiązań optymalnych; ma wiedzę w zakresie matematyki wyższej obejmującą zagadnienia analizy matematycznej i algebry liniowej prowadzące do zadań programowania liniowego i nieliniowego oraz sterowania optymalnego; zna podstawowe modele matematyczne różnych zagadnień sterowania optymalnego i programowania dynamicznego	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	projektuje i implementuje numeryczne algorytmy w problemach optymalizacji wykorzystując podstawowe techniki programistyczne i struktury danych; potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz innych wiarygodnych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji i wykorzystywać w celu przygotowania swojego projektu; potrafi w sposób zrozumiały przedstawić ustnie i pisemnie opracowanie rozwiązania zadanego zagadnienia wraz z jego formalną analizą	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Elementy analizy wypukłej: zbiory i funkcje wypukłe, wielościany, stożki, twierdzenie o istnieniu i charakteryzacji punktów i wektorów ekstremalnych 2. Elementy teorii przestrzeni Banacha: operatory i funkcjonały liniowe, przestrzeń dualna, słabe topologie, rozdzielanie zbiorów, różniczkowanie funkcjonałów, operatory monotoniczne, pojęcie subróżniczki 3. Modele matematyczne różnych zagadnień optymalizacji sterowania, przykłady zagadnienia transportowego, maksymalnego przepływu, zagadnienia plecakowe. Zadania programowania nieliniowego i liniowego 4. Podstawowe twierdzenia egzystencjalne optymalizacji, kryteria jednoznaczności, warunki konieczne i wystarczające optymalności, graficzna metoda rozwiązywania pewnych zagadnień optymalizacji 5. Charakteryzacja rozwiązań optymalnych z wykorzystaniem stożków, zastosowanie w zadaniach programowania 6. Warunki optymalności dla zadań programowania nieliniowego bez ograniczeń. Warunki optymalności dla zadań programowania nieliniowego z ograniczeniami 7. Dualność w programowaniu nieliniowym, zagadnienia pierwotne i zagadnienie dualne. Dualność w programowaniu wypukłym 8. Teoria punktów siodłowych i zasada minimaksu 9. Zadanie programowania liniowego, metoda sympleksów, przykłady zastosowań. Informacja o dualnym zadaniu programowania liniowego. Zadanie programowania całkowitoliczbowego 10. Wybrane metody iteracyjne poszukiwania minimum bez ograniczeń i metody minimalizacji z ograniczeniami. Metody kierunków sprzężonych, metody zmiennej metryki, metoda Newtona, inne metody.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	na podstawie oceny zaangażowania i pracy studentów podczas zajęć, rozwiązywania zadań tablicowych, implementacji programów numerycznych oraz punktów uzyskanych na kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30

przygotowanie do ćwiczeń	65
przygotowanie projektu	20
przygotowanie do egzaminu	24
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 170
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Nauczanie maszynowe

Nazwa przedmiotu Nauczanie maszynowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z podstawowych założeń uczenia maszynowego, co jest podstawą do wszelkich przedmiotów związanych z tym tematem.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	najważniejsze paradygmaty i metody problemu uczenia maszynowego	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student posiada umiejętność wyboru odpowiednich algorytmów uczenia maszynowego	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Twierdzenie Bayesa i metody statystyczne w zastosowaniu do uczenia maszynowego	W1, U1
2.	Modele dyskryminatywne i generatywne	W1, U1
3.	Problem regresji a problem klasyfikacji, podejścia	W1, U1
4.	Model regresji liniowej	W1, U1
5.	Model regresji logistycznej dwu- i wielo-klasowej	W1, U1

6.	Problem nadmiernego dopasowania, a stąd regularyzacja modeli	W1, U1
7.	Modele klastrowania	W1, U1
8.	Modele kernelowe w uczeniu maszynowym, podejścia	W1, U1
9.	Drzewa i lasy drzew losowych	W1, U1
10.	Składanie wyników wielu modeli, pokazanie skuteczności	W1, U1
11.	Selekcja modelu optymalnego, sposób przeprowadzania doświadczeń, adekwatność metryk	W1, U1
12.	Podstawy modeli uczenia ze wspomaganiem	W1, U1
13.	Podstaowe założenia modeli sieci neuronowych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, udział w badaniach

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
rozwiązywanie zadań	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x
U1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Grafowe

Nazwa przedmiotu Algorytmy Grafowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Matematyka Dyskretna, Algorytmy i Struktury Danych 1, Algorytmy i Struktury Danych 2

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi algorytmami grafowymi.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zaawansowane algorytmy grafowe oraz struktury danych potrzebne do ich implementacji	
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	implementować rozważane algorytmy grafowe wykorzystując zaawansowane struktury danych; analizować własny kodu programu, szukać błędów oraz optymalizować go pod względem czasowym i pamięciowym	
U2	uzasadnić poprawność i wyznaczyć złożoność konstruowanych algorytmów	MKO_K2_U01
U3	samodzielnie przeanalizować wybrany problem grafowy formułować opinie na temat efektywności jego rozwiązań	
U4	w sposób zrozumiały przedstawić opracowanie rozwiązania zadanego problemu wraz z jego formalną analizą	MKO_K2_U04

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Algorytmy przeglądania grafów: Breadth First Dearch, Depth First Search, Lexicographic BFS i DFS, Maximal Neighborhood Search, Maximal Cardinality Search Zastosowania algorytmu LexBFS: - Rozpoznawanie grafów cięciwowych i budowanie ich reprezentacji, tzw. drzewa klik. - Znajdowanie przechodniej orientacja grafów porównywalności i jej weryfikacja - Rozpoznawanie grafów przedziałowych i równoprzedziałowych oraz budowa reprezentacji	W1, U1, U2, U3, U4, K1
2.	Grafy planarne - Liniowe algorytmy testowania planarności: algorytm Fraysseix-Ossona de Mendez-Rosensthiel, algorytm Boyera-Myrvolda - Znajdowanie reprezentacji prostoliniowej grafów planarnych: Etykietowania Schnydera i jego zastosowanie do zanurzenie grafu planarnego w grid - Rozpoznawanie 3- i 4-spójności grafów planarnych	W1, U1, U2, U3, U4, K1
3.	Uogólnienie techniki Union-Find wg Roberta Tarjana i jej aplikacje. Wyznaczanie dominatorów w sieciach skierowanych (aplikacje kompresji ścieżki)	W1, U1, U2, U3, U4, K1
4.	Znajdowanie najlżejszego drzewa rozpinającego w grafie skierowanym z ważonymi krawędziami.	W1, U1, U2, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, Samodzielne rozwiązywanie zadań programistycznych	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	50
rozwiązywanie zadań	40

przygotowanie do sprawdzianu	12
przygotowanie do egzaminu	16
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 179
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę	Samodzielne rozwiązywanie zadań programistycznych
W1	x	x	x
U1			x
U2	x	x	
U3	x	x	
U4	x	x	
K1		x	

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie abstrakcyjne

Nazwa przedmiotu Programowanie abstrakcyjne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy: Programowanie 1, Programowanie 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna zaawansowane techniki programowania wykorzystujące polimorfizm, szablony i generyki oraz metaprogramowanie	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi projektować i implementować oprogramowanie separując uniwersalną konstrukcję algorytmów od ich szczegółów implementacyjnych bez istotnej utraty efektywności i bez konieczności modyfikacji dla nowych zastosowań	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Wprowadzenie - Programowanie abstrakcyjne: wprowadzenie 2. Polimorfizm dynamiczny - Dziedziczenie - Odnośniki - Funkcje wirtualne i klasy abstrakcyjne - Perspektywy w procesie tworzenia oprogramowania - Przykład: animacje 3. Polimorfizm statyczny - Programowanie generyczne - C++: Szablony I - C++: Szablony II - C#: Klasy generyczne - Java: Klasy generyczne - Sortowanie: podejście dynamiczne i statyczne 4. Pojemniki - Pojemniki - wprowadzenie - C++: Pojemniki STL - C#: Pojemniki - C#: Numeratory - Java: Pojemniki - C++: Iteratory 5. Typy funkcyjne i algorytmy - C++: Programowanie funkcyjne - C++: Typy i obiekty funkcyjne - C++: Algorytmy STL 6. Metaprogramowanie - C++: TMP (Template Meta Programming) - C++: CRTP - C++: Klasy cech i wytycznych - C++: Listy typów - C++: Rozbiór wyrażeń algebraicznych - C++: Optymalizacja wyrażeń wektorowych 7. Koncepty - C++: Koncepty - Przestrzenie z relacją sąsiedztwa	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę pozytywną egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Miara i całka

Nazwa przedmiotu Miara i całka			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Elementy logiki i teorii mnogości i analiza matematyczna 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna: pojęcie i podstawowe przykłady sigma-algebr; ogólne pojęcie miary, przykłady miar, w tym miar probabilistycznych; zna konstrukcję i własności miary i całki Lebesgue'a; podstawowe pojęcia związane z różniczkowaniem miar.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W2	student zna podstawowe własności całki, w tym twierdzenia Lebesgue'a i twierdzenie Fubiniego.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	: rozpoznać strukturę sigma-algebry; zbadać mierzalność zadanego odwzorowania względem różnych sigma-algebr; potrafi w prostych sytuacjach wyliczyć gęstość zadanej miary.	MKO_K2_U01
U2	wyliczyć całkę Lebesgue'a względem klasycznych miar; zastosować podstawowe twierdzenia teorii całki, w tym twierdzenie Fubiniego.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	precyzyjnego zapisywania i wyjaśniania rozumowań oraz potrafi odnaleźć błędy logiczne w proponowanym rozumowaniu.	
K2	student stara się podchodzić krytycznie do prezentowanych rozumowań, ma świadomość konieczności wyjaśniania kolejnych przejść logicznych.	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Sigma algebry: przykłady, iloczyny kartezjańskie, funkcje mierzalne, zbiory borelowskie. Miara: miara licząca, miara probabilistyczna (dystrybuanta), rozszerzanie miar, przeniesienie miary przez odwzorowanie, iloczyn kartezjański miar. Miara Lebesgue'a: zarys konstrukcji, zbiory miary zero. Całka; przykłady całek względem: miary liczącej, miary Lebesgue'a, miary zadanej przez dystrybuantę, całka względem transportu miary. Miara absolutnie ciągła, gęstość. Twierdzenie Lebesgue'a. Twierdzenie Fubiniego.	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	Do egzaminu zostaną dopuszczone tylko te osoby, które będą miały zaliczone ćwiczenia. Na ocenę końcową przedmiotu składa się ocena z egzaminu i ocena z ćwiczeń.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Ocena z ćwiczeń jest wystawiana na podstawie aktywności, obecności na zajęciach i wyników kolokwiów (co najmniej 2).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	3
przygotowanie do egzaminu	17
przygotowanie do ćwiczeń	80
przygotowanie do sprawdzianu	20

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x	x
W2	x	x	x
U1	x		x
U2	x		x
K1	x	x	x
K2		x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie funkcyjne

Nazwa przedmiotu Programowanie funkcyjne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Programowanie 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna cechy programowania funkcyjnego jako jednego z paradygmatów programowania; zna podstawy rachunku lambda i jego związek z paradygmatem funkcyjnym; zna biernie kilka popularnych języków funkcyjnych w zakresie podstawowym	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi biegle programować w jednym wiodącym języku funkcyjnym	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Programowanie funkcyjne • Funkcje jako model programowania • Rachunek lambda • Dopasowywanie wzorca • Nadawanie typów • Rekursja • Leniwa ewaluacja • Funkcje wyższego rzędu • Przykłady z języków Lisp, Scheme, ML, Haskell	W1, U1
2.	Kurs języka Haskell	W1, U1
3.	Programowanie współbieżne w języku Erlang	W1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student uzyskuje punkty za wykonane zadania programistyczne, rozwiązywanie problemów w trakcie zajęć laboratoryjnych, kolokwia i egzamin. Warunkiem zaliczenia modułu jest uzyskanie co najmniej połowy możliwej sumy punktów. Student otrzymuje ocenę końcową z modułu na podstawie sumy wymienionych wyżej punktów.
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie projektu	60
przygotowanie do egzaminu	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x
U1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modele matematyki finansowej

Nazwa przedmiotu Modele matematyki finansowej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Pokazanie w jaki sposób powstaje matematyczny opis rynków finansowych oraz instrumentów finansowych będących przedmiotem obrotu na tych rynkach.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie stóp procentowych, wartości pieniądza w czasie, metody dyskontowania i kapitalizacji, pojęcie renty wieczystej i okresowej, obligacji, jej ceny i rentowności, średniego czasu trwania i wypukłości a także pojęcie immunizacji portfela obligacji. Zna kontrakty FRA oraz kontrakty zamiany stóp procentowych (IRS) i ich zastosowanie w zabezpieczeniu przed ryzykiem stopy procentowej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	student zna pojęcie kontraktu terminowego forward i futures, wzory na cenę forward kontraktu terminowego oraz pojęcie arbitrażu. Zna pojęcie wartości pozycji terminowej dla kontraktu terminowego i wzory na wartość kontraktów terminowych na waluty i akcje z dywidendą.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W3	student zna definicje europejskich i amerykańskich opcji kupna i sprzedaży a także pojęcie strategii opcyjnych. Zna formułę określaną jako parytet put-call i podstawowe ograniczenia arbitrażowe na wartość opcji.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W4	student zna model dwumianowy (jedno i wieloetapowy). Zna przykłady opcji egzotycznych takich jak np. opcje binarne i opcje bermudzkie).	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	zastosować wzory na stopę zwrotu, kapitalizację ciągłą i w podokresach do obliczania wartości bieżącej i wartości przyszłej przepływów gotówki, wyznaczać płatności, wartość bieżącą i przyszłą oraz oprocentowanie renty okresowej i renty wieczystej. Potrafi zastosować wzory na wartość renty okresowej by obliczyć wartość obligacji stałoprocentowej. Umie wyznaczyć czas trwania i wypukłość portfela obligacji i oszacować zmianę wartości portfela w oparciu o czas trwania i wypukłość. Potrafi wyliczyć wypłatę kontraktów FRA i Swap.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
U2	umie wyliczyć kurs terminowy i potrafi skonstruować strategię arbitrażową, jeśli rynkowa cena forward odbiega od ceny teoretycznej. Umie wyliczyć wartość kontraktu terminowego na waluty i akcje z dywidendą.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
U3	student umie wyliczyć wypłaty opcji oraz strategii opcyjnych. Potrafi konstruować podstawowe strategie opcyjne. Potrafi stosować wzór na parytet call-put. Umie wyznaczyć strategię arbitrażową, jeśli parytet nie jest spełniony. Umie zastosować jednoetapowy i wieloetapowy model dwumianowy do wyliczenia cen opcji opcji waniliowych i prostych opcji egzotycznych.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student rozumie potrzebę precyzyjnego zapisywania i wyjaśniania rozumowań	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wartość pieniądza w czasie. Stopa zwrotu. Kapitalizacja w podokresach. 2. Kapitalizacja ciągła. Renty wieczyste i okresowe. 3. Obligacje o kuponie stałym, obligacje zmiennokuponowe. Wycena obligacji. 4. Czas trwania (duration) i wypukłość portfela obligacji o kuponie stałym. Immunizacja portfela obligacji. 5. Kontrakty FRA i SWAP – wprowadzenie.	W1, U1, K1
2.	6. Kontrakty terminowe. Arbitraż. Wzór na kurs terminowy. 7. Wartość pozycji terminowej.	W2, U2, K1
3.	8. Opcje - podstawowe własności (definicje europejskich/amerykańskich opcji kupna/sprzedaży), strategie opcyjne. 9. Parytet put-call, własności cen opcji. 10. Wprowadzenie do modelu dwumianowego. 11. Przykłady zastosowań teorii opcji. 12. Przykłady opcji egzotycznych.	W3, W4, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywna ocena z testu pisemnego

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30

ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	30
przygotowanie do zajęć	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
W2	x	
W3	x	
W4	x	
U1		x
U2		x
U3		x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Probabilistyczne

Nazwa przedmiotu Algorytmy Probabilistyczne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczone kursy Metod Programowania oraz Metod Probabilistycznych Informatykiy

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawowe algorytmy probabilistyczne oraz zna podstawowe techniki i metody analizowania takich algorytmów, wymienione w polu Treść sylabusa	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	projektować i analizować algorytmy probabilistyczne, student potrafi analizować procesy losowe	MKO_K2_U02, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Przykłady algorytmów probabilistycznych. QuickSort i MinCut w grafie. 2. Algorytmy Monte Carlo i Las Vegas. Klasy złożoności RP, co-RP, ZPP, PP, i BPP (przykłady). Zależności między klasami. 3. Testowanie pierwszości liczb. Algorytm Millera-Rabina. 4. Metoda odcisków palców (testowanie równania macierzy AB=C, testowanie równości wielomianów - metoda Freivalda). Twierdzenie Schwartz'a-Zippel'a (matching w grafach). 5. Narzędzia analizy algorytmów probabilistycznych: nierówności Boole'a, Markowa, Czebyszewa i Chernoffa. 6. Algorytmy przesyłania pakietów w sieciach. Projektowanie obwodów scalonych. 7. Derandomizacja algorytmów probabilistycznych. 8. Probabilistyczne algorytmy on-line. Problem stronicowania pamięci on-line. 9. Metoda probabilistyczna. 10. Grafy Losowe (cykl Hamiltona). 11. Algorytmiczne aspekty Lokalnego Lematu Lovasza.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych, implementacja wybranych algorytmów probabilistycznych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne

Nazwa przedmiotu Algorytmy Randomizowane i Aproksymacyjne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajmość zagadnień analizy algorytmów i prawdopodobieństwa.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Seminarium poświęcone jest nowym oraz klasycznym wynikom dotyczącym algorytmów randomizowanych i aproksymacyjnych oraz konstruktywnych aspektów metody probabilistycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna współczesne kierunki rozwoju i osiągnięcia nauki dotyczące algorytmów randomizowanych i aproksymacyjnych.	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeczytać ze zrozumieniem opracowanie naukowe i zrozumiale zaprezentować występujące w nim algorytmy, twierdzenia i dowody.	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prezentacja artykułów z głównych międzynarodowych czasopism i konferencji naukowych.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja, aktywny udział w seminarium	Koniecznym warunkiem zaliczenia jest wygłoszenie referatu. Dodatkową składową oceny jest aktywny udział w seminarium (zadawanie pytań, uczestnictwo we wspólnym rozstrzyganiu bieżących problemów).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	60

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	prezentacja	aktywny udział w seminarium
W1	x	x
U1	x	

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie w logice

Nazwa przedmiotu Programowanie w logice			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	teoretyczne podstawy programowania w logice. Student zna składnię i podstawowe konstrukcje programistyczne Prologu.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozwiązywać zadania związane z teoretycznymi podstawami programowania w logice. Student potrafi tworzyć w programy w Prologu.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Teoretyczne podstawy programowania w logice: Teorie pierwszego rzędu. Język i formuły logiki pierwszego rzędu. Programy w języku logiki. Interpretacja klauzul programu. Klauzule Horna. Programy dysjunkcyjne. Podstawienia. Algorytm uzgadniania. Twierdzenie o uzgadnianiu. Metody dowodzenia twierdzeń dla programów w logice. SLD-rezolucja: mechanizm wprowadzania, mechanizm uzgadniania. Porównanie semantyki operacyjnej i deklaratywnej programów w logice. Interpretacje i modele Herbranda. Negacja w programach w logice. Wprowadzanie literałów negatywnych. Reguły wnioskowania. Sterowanie w programach w logice. Kolejność atomów, kolejność klauzul, odcięcie. Odcięcie w programach z negacją.	W1, U1
2.	Programowanie w Prologu: Programowanie deklaratywne a programowanie imperatywne. Składnia języka. Mechanizm przeszukiwania i nawracania. Mechanizmy sterowania: odcięcia. Reprezentacje struktur danych: listy, drzewa, kolejki. Techniki wykorzystujące akumulatory. Arytmetyka w Prologu. Programowanie z więzami. Wejście i wyjście w Prologu. Metaprogramowanie. Systemy ekspertowe w prologu	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na ćwiczeniach, rozwiązywanie zadań i problemów programistycznych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Informatyka Teoretyczna

Nazwa przedmiotu Informatyka Teoretyczna			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy obowiązkowe pierwszych dwu lat kierunku Informatyka Analityczna (lub ich odpowiedników)

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	współczesne kierunki rozwoju i osiągnięcia nauki w wybranych dziedzinach informatyki teoretycznej.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zdefiniować kierunek dalszego pogłębiania wiedzy i określić sposób realizacji tego procesu; umie określić kierunek dalszego działania w zespole; potrafi studiować literaturę naukową oraz przygotować (także w języku obcym) opracowanie naukowe.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	precyzyjnego formułowania pytań służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu; zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, w tym zdobywania wiedzy pozadziedzinowej; zna najważniejsze osiągnięcia w swojej dziedzinie i stojące przed nią wyzwania; potrafi je przedstawić laikom w sposób popularny.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	W trakcie spotkań seminaryjnych dyskutowane są ostatnie osiągnięcia naukowe pracowników, doktorantów i studentów biorących udział w realizacji różnorodnych projektów naukowych. Przedstawiane są też (głównie przez studentów) najnowsze światowe wyniki badań z zakresu informatyki teoretycznej starannie wyselekcjonowane przez prowadzącego seminarium.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, seminarium, burza mózgów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	raport, wyniki badań, prezentacja	prezentacja wyników własnych lub obcych; czynny udział w dyskusji

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie raportu	15
przygotowanie referatu	15
analiza badań i sprawozdań	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	raport	wyniki badań	prezentacja
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Równoległe

Nazwa przedmiotu Algorytmy Równoległe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algorytmy i struktury danych 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna model PRAM oraz techniki konstrukcji i analizy algorytmów równoległych w tym modelu	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	zna liczne przykłady efektywnych algorytmów i ich analizy w modelu PRAM oraz w modelach kraty i kostki	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W3	zna pojęcie klasy NC oraz problemu P-zupełnego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi zaprojektować algorytm równoległy i zanalizować jego złożoność	MKO_K2_U02
U2	zdaje sobie sprawę z trudności zrównoleglenia niektórych problemów, podaje przykłady takich problemów wraz z uzasadnieniem tej trudności	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi komunikować się w zespole i precyzyjnie formułować pytania	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Model PRAM, podstawowe techniki algorytmiczne. 2. Algorytmy sortowania równoległego. 3. Równoległe obliczanie wyrażeń. 4. Algorytmy grafowe. 5. Modele obliczeń równoległych z ustaloną topologią sieci komunikacyjnej (krata, hiperkostka). Przykłady algorytmów. 6. Problemy trudne do zrównoleglenia. Wstęp do teorii P-zupełności.	W1, W2, W3, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Pozytywna ocena z egzaminu. Dopuszczenie do egzaminu pod warunkiem pozytywnej oceny z ćwiczeń. Końcowa ocena jest średnią oceny z ćwiczeń oraz egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie ćwiczeń na podstawie zadań domowych i kolokwium.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologia 2

Nazwa przedmiotu Topologia 2			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa; oraz stosować poznane techniki dowodowe	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Lokalna zwartość, uzwarcenie Aleksandrowa. 2. Lokalna spójność. Continua. 3. Zbiory gęste, zbiory nigdziegęste. Przestrzenie ośrodkowe. Twierdzenie Baire'a. 4. Przestrzenie parazwarte, twierdzenie o rozkładzie jedynki. 5. Wybrane zagadnienia topologii przestrzeni euklidesowych. Twierdzenie Brouwera o punkcie stałym, twierdzenie Jordana o rozcinaniu (bez dowodu). 6. Retrakcja i retrakty. 7. Homotopia. Grupa podstawowa. 8. Rozmaitości topologiczne. Klasyfikacja rozmaitości dwuwymiarowych (bez dowodu), informacja o hipotezie Poincarego.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algorytmy Tekstowe

Nazwa przedmiotu Algorytmy Tekstowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Matematyka dyskretna, Algorytmy i struktury danych

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem jest zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami i strukturami danych związanymi z pracą z tekstami.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe algorytmy wyszukiwania dokładnych i przybliżonych wystąpień wzorca, algorytmy kompresji, faktoryzacji, obliczania specjalnych funkcji na tekstach oraz struktury na słowach takie jak: tablice sufiksowe, drzewa sufiksowe i grafy podsłów	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	projektować, analizować i implementować algorytmy bazujące na słowach wykorzystując poznane struktury i algorytmy	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	potrafi samodzielnie rozwiązać problemy związane z słowami oraz przedstawiać opracowanie wskazanego problemu	MKO_K2_U02, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	formułowania pytań, służących pogłębieniu zrozumienia przedstawianego materiału	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wprowadzenie do podstawowych własności tekstów a. prosta kombinatoryka okresowości b. przykłady ciekawych ciągów 2. Algorytmy wyszukiwania dokładnych wystąpień wzorca a. algorytmy Morrisa-Pratta i Knutha-Morrisa-Pratta b. algorytmy z małą pamięcią 3. Struktury danych reprezentujące zbiór wszystkich podsłów a. Drzewa sufiksowe b. Tablice sufiksowe c. Grafy podsłów 4. Regularności w tekstach a. powtórzenia b. kompresja LZ 5. Algorytmy aproksymacyjnego dopasowywania tekstu a. odległość edycyjna b. teksty z symbolem uniwersalnym	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	40
przygotowanie do ćwiczeń	30
Przygotowanie do sprawdzianów	20
przygotowanie do egzaminu	10
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 161
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie niskopoziomowe

Nazwa przedmiotu Programowanie niskopoziomowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 45		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Programowanie 2

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z podstawowymi zagadnieniami programowania niskopoziomowego oraz technikami optymalizacji kodu.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe i bardziej zaawansowane zagadnienia architektury współczesnych komputerów.	MKO_K2_W01
W2	zna zagadnienia związane z programowaniem niskpoziomowym (instrukcje assemblera, konwencje przekazywania przekazywania argumentów do podprogramu)	MKO_K2_W01
W3	zna sposoby implementacji konceptów wysokopoziomowych tj. obiektowość, dziedziczenie, polimorfizm	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi używać narzędzi takich jak kompilator, linker, debuger, profiler	MKO_K2_U02
U2	potrafi interfejsować kod assemblera z językami wysokiego	MKO_K2_U02

U3	umie pisać kod niskopoziomowy z wykorzystaniem FPU, jednostek wektorowych SSE, AVX	MKO_K2_U02
U4	potrafi optymalizować kod niskopoziomowo i wysokopoziomowo	MKO_K2_U02
U5	potrafi dobierać odpowiednie narzędzia, języki programowania do rozwiązania danego problemu	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Postawy języka assembler - podstawy architektur x86 i x86_64 - podstawowe zestawy instrukcji, podprogramy dialekty (Intel, AT&T) - narzędzia (kompilator, linker, debuger) 2. Interfejsowanie z językami wysokiego poziomu (C, C++) - konwencja 32 bitowe: cdecl - konwencje 64 bitowe: System V AMD64 ABI - struktury, klasy, wirtualność z poziomu assemblera - wstawki assemblerowe, funckcje intrinsics 3. Interfejsowanie z systemem operacyjnym 4. Rozszerzenia zestawu instrukcji - Operacje zmiennoprzecinkowe: FPU, SSE - Opreracje wektorowe: SSE, AVX 5. Architektura współczesnych procesorów i pamięci - przetwarzanie potokowe - predykcja skoków, równoległe wykonanie kodu - poziomy i sposoby cache'owania 6. Optymalizacja kodu - optymalizacja skoków, pętli i wywołań funkcji - optymalizacja rozmiaru kodu - optymalizacja dostępu do pamięci - optymalizacja kodu wysokopoziomowego (profiler) 7. Podstawy systemów operacyjnych	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Na ocenę z przedmiotu składa się punkty z ćwiczeń oraz z egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Podstawą oceny są programistyczne zadania domowe i sprawdziany.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	45
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	90
Przygotowanie do sprawdzianów	10
przygotowanie do egzaminu	20
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1		x
U2	x	x
U3	x	x
U4		x
U5		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Optymalizacja Kombinatoryczna

Nazwa przedmiotu Optymalizacja Kombinatoryczna			
Klasyfikacja ISCED 0588 Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące nauki przyrodnicze, matematykę i statystykę		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student powinien mieć opanowane podstawy z dziedziny matematyki, kombinatoryki i algorytmiki. Powinien znać pojęcie dowodu matematycznego i sprawnie posługiwać się formalną notacją matematyczną. Bierna znajomość języka angielskiego na poziomie wystarczającym do samodzielnej lektury tekstów naukowych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna metody formalne informatyki, zna metody dyskretne i probabilistyczne modelujące zagadnienia informatyczne	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi pozyskać i czytelnie zaprezentować wiedzę z literatury fachowej	MKO_K2_U03
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Jest to seminarium, którego tematyka dotyczy optymalizacji kombinatorycznej. W szczególności interesują nas następujące tematy: 1) Skojarzenia w grafach. 2) Pakowanie obiektów na płaszczyźnie. 3) Porządki częściowe, wymiar, szerokość, podziały. 4) Kolorowanie grafów i porządków częściowych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	pozytywna ocena prezentacji

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza matematyczna 3

Nazwa przedmiotu Analiza matematyczna 3			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 60, ćwiczenia: 60		**Liczba punktów ECTS** 12	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza matematyczna 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z zakresu rachunku różniczkowego wielu zmiennych ujęte w polu: Treść sylabusa	MKO_K2_W02
W2	zna podstawowe definicje, własności i zastosowania dotyczące różnych typów zagadnień ekstremalnych ujętych w polu: Treść sylabusa	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wyliczać granice i badać ciągłość funkcji wielu zmiennych	MKO_K2_U01
U2	badać różniczkowalność, obliczać pochodną i pochodne kierunkowe i cząstkowe funkcji wielu zmiennych	MKO_K2_U01
U3	badać istnienie ekstremów lokalnych funkcji wielu zmiennych, ekstremów funkcji uwikłanej oraz ekstremów warunkowych oraz stosować wyniki ich analizy w zagadnieniach praktycznych	MKO_K2_U01
U4	wyliczyć pochodną funkcji o wartościach zespolonych	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Granice i ciągłość funkcji wielu zmiennych	W1, U1
2.	Pochodne kierunkowe, pochodne cząstkowe i różniczkowalność funkcji wielu zmiennych, pochodne wyższych rzędów.	W1, U2
3.	Ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych i ich zastosowania praktyczne.	W1, W2, U2, U3
4.	Twierdzenie o odwzorowaniu odwrotnym i o funkcji uwikłanej, ekstrema lokalne funkcji uwikłanej i ich zastosowania praktyczne.	W1, W2, U2, U3
5.	Wzór Taylora dla funkcji wielu zmiennych i jego zastosowania w obliczeniach przybliżonych.	W1, U2
6.	Ekstrema warunkowe i ich zastosowania praktyczne	W1, W2, U2, U3
7.	Informacje o funkcjach zespolonych	W1, U4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu z części praktycznej i teoretycznej
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	obecność i aktywność na zajęciach w formie rozwiązywania zadań domowych, ocena ze sprawdzianów praktycznych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	60
ćwiczenia	60
przygotowanie do sprawdzianu	140
przygotowanie do egzaminu	98
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 360
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 120

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x	
W2	x	x	
U1	x	x	x
U2	x	x	x
U3	x	x	x
U4	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Finite Model Theory

Nazwa przedmiotu Finite Model Theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Finite Model Theory			
Klasyfikacja ISCED 0588 Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące nauki przyrodnicze, matematykę i statystykę		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość podstaw logiki i teorii złożoności obliczeniowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna twierdzenia, konstrukcje oraz metody dowodowe teorii modeli skończonych.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	dowodzić twierdzenia w teorii modeli skończonych.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U04, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student rozumie I potrafi dyskutować na temat problem matematycznych na granicy matematyki (logiki matematycznej) oraz informatyki (złożoności obliczeniowej).	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Gry Ehrenfeucht'a-Fraisse'go. 2. Lokalność logiki pierwszego rzędu i gry. 3. Struktury uporządkowane. 4. Złożoność obliczeniowa logiki pierwszego rzędu. 5. Logika drugiego rzędu i automaty. 6. Logiki, które potrafią liczyć. 7. Maszyny Turinga i teoria modeli skończonych. 8. Logiki punktu stałego i klasy złożoności obliczeniowej. 9. Logiki ze skończoną liczbą zmiennych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	rozwiązywanie zadań tablicowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie współbieżne

Nazwa przedmiotu Programowanie współbieżne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algorytmy i struktury danych 1

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe koncepcje, modele i techniki obliczeń równoległych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	umiejętność projektowania i analizy algorytmów równoległych dla wybranych problemów i modeli równoległości	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	umiejętność programowania równoległego w środowisku karty graficznej	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawowe pojęcia programowania współbieżnego 2. Algorytmy w modelu PRAM: własności modelu, parametry złożoności, podstawowe techniki: podwajanie, równoległy prefiks, technika ścieżki Eulera dla drzew 3. Wybrane algorytmy w modelu PRAM - domknięcie przechodnie, najkrótsze ścieżki, BFS, spójne składowe 4. Podstawy programowania w systemie CUDA 5. Algorytmy wielowątkowe w systemie CILK 6. Wątki w standardzie POSIX 7. OpenMP 8. MPI 9. Wybrane algorytmy równoległe (równoległy prefiks, sortowanie, problemy grafowe, operacje na macierzach) w różnych modelach obliczeń współbieżnych.	W1, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Pozytywna ocena z egzaminu. Dopuszczenie do egzaminu pod warunkiem pozytywnej oceny z laboratorium. Końcowa ocena jest średnią oceny z laboratorium oraz egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie laboratorium na podstawie programów zaliczeniowych oraz projektu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
U2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Funkcje rzeczywiste

Nazwa przedmiotu Funkcje rzeczywiste			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

wstęp do teorii miary i całki

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	definicję pochodnej miary borelowskiej względem miary Lebesgue'a	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	definicję i podstawowe własności funkcji o wahaniu skończonym	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W3	konstrukcję się funkcji ciągłej bez pochodnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W4	twierdzenie Rademachera	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W5	twierdzenie o zmianie zmiennej w całce Lebesgue'a	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W6	definicję splotu funkcji	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W7	formułę na przedłużenie funkcji ciągłej z zachowaniem modułu ciągłości	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W8	twierdzenie Kirszbrauna	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W9	twierdzenie Whitney'a o przedłużaniu	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W10	pojęcie ciała Hardy'ego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07

Umiejętności – Student potrafi:		
U1	sprawdzić czy dana funkcja rzeczywista jest o wahaniu skończonym; czy jest absolutnie ciągła	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U2	zdefiniować funkcję ciągłą na przedziale, silnie rosnącą, której pochodna zeruje się prawie wszędzie	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U3	sprawdzić czy dana funkcja spełnia warunek Lipschitza	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U4	zastosować twierdzenie o zmianie zmiennej w całce Lebesgue'a	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U5	zastosować współrzędne biegunowe w przestrzeni euklidesowej n-wymiarowej	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U6	zastosować pojęcie splotu funkcji	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U7	sprawdzić czy dana funkcja różniczkowalna przedłuża się na całą przestrzeń z zachowaniem klasy różniczkowalności	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U8	sprawdzić czy zadana klasa funkcji generuje ciało Hardy'ego	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zastosowania teorii funkcji rzeczywistych w matematyce i jej zastosowaniach	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Różniczkowanie miar zespolonych.	W1, U1, K1
2.	Funkcje o wahaniu skończonym.	W2, U1, K1
3.	Funkcje absolutnie ciągłe.	W2, U1, K1
4.	Funkcje ciągłe bez pochodnej.	W3, U2, K1
5.	Funkcje Lipschitza.	W7, U3, U5, K1
6.	Twierdzenie Rademachera.	W4, U3, K1
7.	Twierdzenie o zmianie zmiennej w całce Lebesgue'a.	W5, U3, U4, K1
8.	Sploty funkcji i ich zastosowania.	W6, U6, K1
9.	Przedłużanie funkcji.	W7, U3, U7, K1
10.	Twierdzenie Kirszbrauna.	W8, U3, K1
11.	Twierdzenie Whitney'a o przedłużaniu.	W9, U7, K1
12.	Twierdzenie Whitney'a o aproksymacji.	W2, U6, K1
13.	Ciała Hardy'ego.	W10, U8, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywnie zdany egzamin
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	obecność i aktywność na ćwiczeniach (dopuszczalna nieobecność na co najwyżej dwóch ćwiczeniach), zaliczenie trzech sprawdzianów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
W5	x	x
W6	x	x
W7	x	x
W8	x	x
W9	x	x
W10	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
U4	x	x
U5	x	x
U6	x	x
U7	x	x
U8	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Teoria informacji w nauczaniu maszynowym

Nazwa przedmiotu Teoria informacji w nauczaniu maszynowym			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna pojęcia teorii informacji: entropia, wzajemna informacja, dywergencja	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	zna podstawowe modele uczenia maszynowego bazujące na teorii informacji	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi zaimplementować oraz uruchomić podstawowe modele uczenia maszynowego bazujące na teorii informacji	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	potrafi obliczyć podstawowe wielkości teorii informacji	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Teoria informacji jest jednym z narzędzi wykorzystywanym w uczeniu maszynowym. W ramach kursu, przedstawione zostaną podstawowe podstawowe narzędzia teorii informacji takie jak entropia, wzajemna informacja, czy dywergencja. Zaprezentowane zostaną ich zastosowania zarówno w teorii informacji jaki i w problemach uczenia maszynowego. Poruszone zostaną takie tematy uczenia maszynowego jak: grupowanie, klasyfikacja, selekcja cech, modelowanie danych, metody wariacyjne.	W1, W2, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywny średni wynik z egzaminu oraz ćwiczeń
ćwiczenia	projekt	poprawnie wykonany projekt komputerowy

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	45
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1	x	
W2	x	
U1		x
U2	x	

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topological dynamics and chaos

Nazwa przedmiotu Topological dynamics and chaos			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

brak

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	definicje, twierdzenia (wraz z dowodami) oraz przykłady wymienione w Treściach kursu	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	korzystać z twierdzeń (oraz ich dowodów), przykładów i pojęć wymienionych w Treściach kursu	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	An introduction to the theory of discrete dynamical systems and matheamtical theory of chaos. This theory can be described as a mathematical study of models of real-life processes evolving with time. We are interested in rigorous ways of qualitative and quantitative description of chaos for these models. We will present the following topics (the content of the lecture can be always adapted to the requests of the students): 1. Dynamical systems. Periodic points. Invariant and minimal sets. Recurrent, nonwandering and chain recurrent points. Examples. 2. Isomorphism (topological conjugacies) and factor maps. Examples of isomorphic systems. 3. Definitions of (total) transitivity, (weak) mixing, exactness and their equivalences. Examples. 4. Equicontinuity, proximality and distality. Examples 5. Subshifts. 6. Interval maps. Sharkovsky's theorem. Specification. Equivalence of total transitivity and specification for interval maps. 7. (Positive) expansiveness. 8. Topological entropy. 9. Devaney and Li-Yorke chaos.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 178
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Laboratorium Sieci Neuronowych 1

Nazwa przedmiotu Laboratorium Sieci Neuronowych 1			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna i rozumie zastosowania konwolucyjnych i rekursywnych sieci neuronowych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02
W2	Student zna najnowsze trendy w szczegółach implementacyjnych dotyczące sieci neuronowych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi samodzielnie zaprojektować i zaimplementować złożone modele sieci neuronowych. Zarówno dla problemów na obrazach jak i dla problemów tekstowych.	MKO_K2_U02
U2	Student potrafi zaadoptować do swoich potrzeb implementacje złożonych modeli sieci neuronowych dostępne na publicznych repozytoriach. Potrafi ocenić silne i słabe sotrny poszczególnych implementacji.	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podczas zajęć studiujemy złożone implementacje rekursywnych i konwolucyjnych sieci neuronowych. Kilka projektóœ przygotowanych jest przez prowadzącego zajęcia. Od połowy semestru studenci przygotowują własne projekty, które później realizowane są przez całą grupę.	W1, W2, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	projekt	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
laboratoria	30
przygotowanie projektu	60

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	projekt
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Inżynieria danych i oprogramowania

Nazwa przedmiotu Inżynieria danych i oprogramowania			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

brak

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zaznajomienie się z najnowszymi badaniami w zakresie inżynierii oprogramowania oraz inżynierii danych (w tym machine learning, sztuczna inteligencja)

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna najnowsze wyniki badań naukowych (publikacje, książki) w zakresie inżynierii danych i inżynierii oprogramowania	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeanalizować krytycznie pracę naukową w zakresie inżynierii danych i oprogramowania oraz zaprezentować jej wyniki przed grupą seminaryjną.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	Student jest gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji naukowych oraz jej krytycznej oceny	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Analiza krytyczna tekstu naukowego, jego prezentacja oraz wzięcie udziału w dyskusji na temat tekstu	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Laboratorium Sieci Neuronowych 2

Nazwa przedmiotu Laboratorium Sieci Neuronowych 2			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna i rozumie matematyczne podstawy sieci neuronowych.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	Student rozumie statystyczne i probabilistyczne motywacje stojące za decyzjami projektowymi przy implementacji sieci neuronowych.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zajęcia polegają na cotygodniowym omawianiu kolejnych rozdziałów lektury. Zazwyczaj jest to nowa pozycja omawiająca współczesne trendy w sieciach neuronowych.	W1, W2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
laboratoria	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przygotowanie referatu	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
W2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne

Nazwa przedmiotu Inżynieria oprogramowania i zagadnienia pokrewne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada znajomość bieżącego stanu wiedzy i kierunki rozwoju w zakresie metodyki wytwarzania oprogramowania i stosowanych technologii	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	pozyskiwać wiedzę z dokumentacji i literatury dotyczącej inżynierii oprogramowania	MKO_K2_U01
U2	w zrozumiały sposób zaprezentować posiadaną wiedzę, oraz brać udział w dyskusji	
U3	student Potrafi posługiwać się materiałami w języku angielskim	MKO_K2_U01
U4	student umie zaprezentować wyniki badań naukowych, a także poprowadzić dyskusję z nimi związaną	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student wykazuje gotowość do krytycznej oceny posiadanej i zdobywanej wiedzy	MKO_K2_K01
K2	samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka seminarium dotyczy współczesnych kierunków rozwoju oprogramowania, poruszane są zarówno tematy dotyczące konkretnych technologii, jak i tematy dotyczące procesu wytwarzania oprogramowania.	W1, U1, U2, U3, U4, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	wygłoszenie referatu, obecność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
K1	x
K2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Optymalizacja Dyskretna

Nazwa przedmiotu Optymalizacja Dyskretna			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

1) Znajomość podstawowych pojęć i algorytmów algebry liniowej oraz umiejętność ich stosowania 2) Znajomość podstawowych struktur i algorytmów kombinatorycznych 3) Zrozumienie pojęć wielomianowej rozstrzygalności i trudności obliczeniowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	algorytmiczne metody rozwiązywania zadań programowania liniowego (całkowitoliczbowego), półokreślonego i wypukłego, kwestie ich teoretycznej i praktycznej efektywności oraz teoretyczne ograniczenia modelowania problemów optymalizacji w postaci takich zadań	MKO_K2_W01, MKO_K2_W03, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	modelować problemy optymalizacji w postaci zadań programowania liniowego (całkowitoliczbowego), półokreślonego lub wypukłego oraz wykorzystywać takie modele do badania kombinatorycznych własności tych problemów i do ich rozwiązywania za pomocą efektywnych algorytmów dokładnych lub aproksymacyjnych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1) Modelowanie problemów w postaci zadań programowania liniowego (całkowitoliczbowego), półokreślonego i wypukłego 2) Elementy geometrii wielościennej oraz teorii dualności w programowaniu liniowym 3) Rozwiązywanie zadań programowania liniowego za pomocą algorytmu sympleksowego i dualnego sympleksowego 4) Elementy teorii programowania liniowego całkowitoliczbowego 5) Rozwiązywanie zadań programowania liniowego całkowitoliczbowego metodami płaszczyzn odcinających i rozgałęzień z ograniczeniami 6) Rozwiązywanie zadań programowania liniowego, półokreślonego i wypukłego za pomocą algorytmu elipsoidalnego 7) Osłabienia liniowe i półokreślone w algorytmach aproksymacyjnych 8) Rozszerzone reprezentacje oraz hierarchie osłabień liniowych i półokreślonych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie ćwiczeń, zaliczenie egzaminu na ocenę pozytywną
ćwiczenia	zaliczenie	rozwiązanie odpowiednio wielu zadań

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	30
rozwiązywanie zadań problemowych	50
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 171
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Metody AI

Nazwa przedmiotu Metody AI			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów matematyki	MKO_K2_W02
W2	zna współczesne kierunki rozwoju i osiągnięcia nauki w dziedzinie matematyki i/lub informatyki	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi pozyskiwać, integrować i interpretować informacje z wiarygodnych źródeł (w języku polskim i angielskim)	MKO_K2_U03
U2	potrafi w zrozumiały sposób przedstawiać nowe wyniki (w mowie i piśmie) i prowadzić dyskusje z zakresu matematyki i/lub informatyki	MKO_K2_U04
U3	umie zdefiniować kierunek dalszego pogłębiania wiedzy i określić sposób realizacji tego procesu	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zachodzących zmian	MKO_K2_K01
K2	potrafi definiować priorytety służące realizacji zadania; podchodzi ze stosowną rezerwą do opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający i poprawny uzasadnione	MKO_K2_K02
K3	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	MKO_K2_K03

K4	jest świadom swojej roli w społeczeństwie i odpowiedzialności za dobro wspólne	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Seminarium będzie obejmować przegląd ostatnich osiągnięć w dziedzinie szeroko rozumianej sztucznej inteligencji. Podstawą seminarium będą prace z wiodących konferencji związanych ze sztuczną inteligencją takich jak NeurIPS, ICML, ICLR. Będziemy się zajmowali najnowszymi rozwiązaniami wykorzystującymi takie narzędzia jak np. deep learning, active learning, przetwarzanie języka naturalnego, zastosowania tych w przetwarzaniu obrazów oraz bioinformatyce. Ponieważ prace z wyżej wymienionych konferencji, ze względu na szczupłość miejsca są bardzo skrótowe, konieczne będzie opracowanie ich z wykorzystaniem innych prac autorów podanych w bibliografii. Prace będą zaproponowane przez prowadzącego.	W1, W2, U1, U2, U3, K1, K2, K3, K4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	wygłoszenie referatu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
zbieranie informacji do zadanej pracy	40
przygotowanie referatu	20
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
U3	x
K1	x
K2	x
K3	x
K4	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
SAT solvery

Nazwa przedmiotu SAT solvery			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

umiejętność programowanie w języku C++, podstawowa wiedza z logiki i teorii złożoności obliczeniowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawowe algorytmy, heurystyki i triki implementacyjne używane w implementacji SAT solverów.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zaimplementować współczesny SAT solver.	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student gotów jest dyskutować zastosowanie SAT solverów w informatyce, matematyce i przemyśle.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Rezolucja dla rachunku zdań. 2. Efektywna implementacja propagacji jednostkowej. 3. Tw. Schaefera. 4. SAT-solver GRASP. 5. SAT solver Chaff. 6. SAT solver Chaff. 7. SAT solver MiniSAT. 8. Efektywne struktury danych. 9. CryptoMiniSAT. 10. Techniki eliminacji klauzul. 11. Certyfikaty niespełnialności. 12. Bounded Model Checking. 13. Struktura przemysłowych instancji SATa.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt	implementacja współczesnego SAT solvera
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	rozwiązywanie zadań programistycznych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	70
przygotowanie projektu	50
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	projekt	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modelowanie 3D i animacja komputerowa

Nazwa przedmiotu Modelowanie 3D i animacja komputerowa			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z podstawami modelowania trójwymiarowego oraz podstawami animacji komputerowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy modelowania krzywych na płaszczyźnie i w przestrzeni	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W2	podstawy modelowania powierzchni	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W3	podstawy rzutowania w grafice trójwymiarowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W4	podstawy światła w grafice komputerowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W5	podstawy cieniowania	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W6	podstawy teksturowania	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W7	podstawy renderingu	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W8	podstawy reprezentacji obiektów w animacji komputerowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W9	podstawy kontroli ruchu w animacji komputerowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W10	podstawy systemów cząsteczkowych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
W11	podstawy montażu komputerowego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	Komputerowe modelowanie obiektów trójwymiarowych	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
U2	Wykonanie krótkiej animacji komputerowej	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	Gromadzenie i selekcja wiedzy na wybrany temat	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Modelowanie krzywych.	W1
2.	Modelowanie powierzchni	W2
3.	Rzutowanie	W3
4.	Światło	W4
5.	Cieniowanie	W5, U1
6.	Teksturowanie	W6
7.	Rendering	W7
8.	Reprezentacja obiektów w animacji	W8, U2
9.	Kontrola ruchu w animacji komputerowej	W9
10.	Systemy cząsteczkowe	W10
11.	Montaż komputerowy	W11, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Opracowanie prezentacji

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	20
zbieranie informacji do zadanej pracy	20
przygotowanie referatu	20

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
W2	x
W3	x
W4	x
W5	x
W6	x
W7	x
W8	x
W9	x
W10	x
W11	x
U1	x
U2	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Strukturalna Teoria Grafów

Nazwa przedmiotu Strukturalna Teoria Grafów			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczenie kursu -- Matematyka dyskretna --

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna i rozumie powiązania między topologicznymi i kombinatorycznymi własnościami grafów.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W2	Student zna różne wypowiedzi strukuralnego twierdzenia o minorach i zna jego zastosowania.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi zaprojektować algorytm rozwiązujący problemy obliczeniowo trudne dla grafów o ograniczonej szerokości drzewiastej (programowanie dynamiczne).	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Podczas kursu poznamy wybrane zagadnienia z teorii minorów grafów. Teoria ta powstała mimochodem podczas prac nad dowodem jednego z najważniejszych twierdzeń w teorii grafów, to jest Strukturalnego Twierdzenia: W dowolnym nieskończonym zbiorze skończonych grafów istnieją dwa takie, że jeden jest minorem drugiego. Robertson i Seymour publikowali kolejne manuskrypty budujące teorię i układające się w dowód tego twierdzenia w latach 1983-2012 (seria ponad 20 prac, sumarycznie około 750 stron). Sama teoria minorów w grafach znalazła sporo zastosowań i jest aktualnym tematem badawczym w kombinatoryce i informatyce teoretycznej. Między innymi: (i) wprowadziła ona do kanonu teorii grafów i algorytmiki pojęcie szerokości drzewiastej i wielu, wielomianowo równoważnych parametrów grafowych; (ii) twierdzenie Robertsona-Seymoura jest równoważne istnieniu wielomianowego algorytmu dla kilku problemów dla których wcześniej nie było wiadome czy są decydowalne; dla przykładu problem czy dany graf na wejściu można narysować w 3-wymiarowej przestrzeni tak aby żadne dwa cykle nie formowały zazębionych pierścieni (linkless embedding); (iii) już Robertson i Seymour zaproponowali algorytm który dla ustalonego grafu H i podanego na wejściu grafu G weryfikuje czy H jest minorem G w czasie sześciennym od rozmiaru G. Zupełnie niedawno (pod koniec 2016 roku) Bruce Reed ogłosił istnienie liniowego algorytmu dla tego problemu. (iv) wspomniana seria prac ufundowała współczesną strukturalną teorię grafów oraz dała podstawy dla algorytmiki problemów trudnych.	W1, W2, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	W trakcie kursu można zdobyć 100 punktów, przy czym: * na każdym z dwóch kolokwiów można zdobyć 25 punktów * za aktywność podczas ćwiczeń można zdobyć 50 punktów Studenci podczas wypełniania listy obecności deklarują możliwość rozwiązania konkretnych zadań z zestawu obowiązującego na danych zajęciach. Każda udana prezentacja zadania (bądź kilku łatwiejszych zadań) przy tablicy warta jest 2 punkty. Oceny z ćwiczeń wystawiane będą względem następujących progów: 5,0 -- (90,100] 4,5 -- (80,90] 4,0 -- (70,80] 3,5 -- (60,70] 3,0 -- (50,60] 2,0 -- (25,50] NZAL -- [0,25] Nieobecność na więcej niż połowie ćwiczeń, niezależnie od liczby zdobytych punktów, skutkuje oceną NZAL i tym samym brakiem zaliczenia z całego przedmiotu. Studenci, którzy otrzymali ocenę co najmniej 3,0 z ćwiczeń przystąpią do egzaminu końcowego w pierwszym terminie w formie ustnej. Studenci, którzy otrzymali ocenę 2,0 z ćwiczeń lub nie zdali egzaminu w pierwszym terminie mogą przystąpić do egzaminu w drugim terminie (w tej samej formie) w sesji poprawkowej. Studenci, którzy otrzymali ocenę NZAL nie zaliczą kursu.
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30

przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Przetwarzanie obrazów i danych

Nazwa przedmiotu Przetwarzanie obrazów i danych			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa orientacja w zakresie przetwarzania obrazów i danych oraz potencjalnych zastosowań

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych problemów z dziedziny przetwarzania obrazów i danych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi wyszukiwać pożądane informacje w literaturze specjalistycznej z zakresu przetwarzania obrazów i danych oraz przystępnie je prezentować i prowadzić na ten temat debatę	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej i zdobywanej wiedzy oraz samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze specjalistycznej w języku polskim i angielskim	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Wybrane zagadnienia z najnowszych publikacji naukowych z dziedziny przetwarzania obrazów i danych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Przygotowanie i wygłoszenie referatu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Teoria Informacji

Nazwa przedmiotu Teoria Informacji			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Metody Probabilstyczne Informatyki.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Zapoznanie się z teorią informacji.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi zastosować teorię inforamcji w kryptografii oraz w kompresji	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Przedmiot dotyczy teorii informacji. W szczególności: 1. Notacja i kody 2. Entropia 3. Optymalne kodowanie 4. Entropia i szyfrowanie 5. Kanały transmisji 6. Twierdzenie Shannona o kodach 7. Złożoność informacyjna Kołmogorowa 8. Kompresja bezstratna 9. Kompresja stratna	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Egzamin z materiału prezentowanego na wykładzie.
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Kolokwium bazujące na materiale przerobionym na ćwiczeniach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do zajęć	120
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie pisemne
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Różniczkowa teoria Galois

Nazwa przedmiotu Różniczkowa teoria Galois			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algebra liniowa z geometrią 1, Algebra liniowa z geometrią 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów matematyki w szczególności z algebraicznej teorii równań różniczkowych	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	zna współczesne kierunki rozwoju i osiągnięcia nauki w dziedzinie matematyki i/lub informatyki w szczególności związane z różniczkową teorią Galois.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi pozyskiwać, integrować i interpretować informacje z wiarygodnych źródeł (w języku polskim i angielskim)	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U06
U2	potrafi w zrozumiały sposób przedstawiać nowe wyniki (w mowie i piśmie) i prowadzić dyskusje z zakresu matematyki i/lub informatyki w szczególnoci algebraicznej teorii równań różniczkowych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U3	umie zdefiniować kierunek dalszego pogłębiania wiedzy i określić sposób realizacji tego procesu	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zachodzących zmian	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

K2	potrafi definiować priorytety służące realizacji zadania; podchodzi ze stosowną rezerwą do opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający i poprawny uzasadnione	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04
K3	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04
K4	jest świadom swojej roli w społeczeństwie i odpowiedzialności za dobro wspólne	MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Seminarium "Różniczkowa teoria Galois" Skierowane jest do magistrantów i doktorantów zainteresowanych szeroko pojętą algebrą różniczkową i teorią Galois jako przedmiotami badań naukowych. Dominujące są zagadnienia związane z problematyką obliczeniową, głównie algebrą symboliczną oraz algorytmami algebry obliczeniowej i teorii Galois. Prezentowane są najnowsze osiągnięcia w różniczkowej teorii Galois, algebrze różniczkowej w odniesieniu do zagadnień algebraicznej teorii równań różniczkowych.	W1, W2, U1, K1
2.	Poznawanie nowych osiągnięć w algebraicznej teorii równań różniczkowych w formie: dyskusji, referatów i także w formie wysłuchania referatów wybitnych specjalistów zaproszonych do udziału w seminarium "Różniczkowa teoria Galois".	W1, W2, U1, U2, U3, K1, K2, K3, K4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
zbieranie informacji do zadanej pracy	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
U3	x
K1	x
K2	x
K3	x
K4	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania

Nazwa przedmiotu Seminarium Katedry Teorii Optymalizacji i Sterowania			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza matematyczna 2, algebra liniowa 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia w referowanych pracach.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi analizowac problemy z pogranicza matematyki, mechaniki, informatyki, itd.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykazuje gotowość do krytycznej oceny posiadanej i zdobywanej wiedzy.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tresci programowe sa scisle zwiazane z podana przez koordynatora lista publikacji do prezentacji. Publikacje dotycza najnowszych osiagniec z zakresu matematyki, matematyki stosowanej, matematyki obliczeniowej, analizy numerycznej i ich zastosowań w realizowanych projektach H2020.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, seminarium, burza mózgów, wykład konwersatoryjny, dyskusja, udział w badaniach, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Wykazanie sie wiedza podczas prezentacji. Uczestnictwo w seminarium i udzial w dyskusji.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przygotowanie referatu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Seminarium kognitywistyczne

Nazwa przedmiotu Seminarium kognitywistyczne			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna problematykę kognitywistyki; zna bieżącą literaturę z dziedziny kognitywistyki	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi znaleźć, opracować i zaprezentować materiały dotyczące badań z zakresu kognitywistyki	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi znaleźć, opracować i zaprezentować materiały dotyczące badań z zakresu kognitywistyki	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wybrane zagadnienia kognitywistyki: Mózg i umysł. Neuropsychologia. Lingwistyka kognitywna. Inteligencja obliczeniowa. Reprezentacja wiedzy. Modele probabilistyczne i inne.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Student uzyskuje ocenę za przygotowanie referatów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Uczenie maszynowe

Nazwa przedmiotu Uczenie maszynowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna podstawowe modele sieci neuronowych.	MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi zaimplementować sieć neuronową aby modelowała zadany problem.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	Student potrafi analizować i przerabiać przedstawione implementacje sieci neuronowych.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U3	Student potrafi zaprojektować siec neuronową modelującą zadany problem; potrafi dokonac właściwego wyboru sieci, a później potrafi także optymalizować napisaną sieć.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawowy model sieci neuronowej: perceptron. 2. Konwolucyjne sieci neuronowe. 3. Rekursywne sieci neuronowe. 4. Wiele projektów typu: rozpoznawanie cyfr lub obiektów na obrazkach; zgadywanie kolejnej litery lub słowa w tekście; uczenie sieci strategii grania w proste gry komputerowe; itp	W1, U1, U2, U3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
laboratoria	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	90
przygotowanie do ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego

Nazwa przedmiotu Seminarium Zakładu Uczenia Maszynowego			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przegląd aktualnych metod uczenia maszynowego
C2	Nabycie zdolności przedstawiania wyników badań i wiedzy

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Rozumie nowoczesne podejścia do wybranych zagadnień	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	Sposoby przedstawiania wiedzy	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Potrafi wyszukiwać wiedzę	MKO_K2_U03, MKO_K2_U06
U2	selekcjonować wiedzę	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	Postępować etycznie	MKO_K2_K01, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Przegląd najnowszych badań w przedmiocie uczenia maszynowego	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja, zaliczenie	Aktywny udział, prezentacja

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	30
przeprowadzenie badań literaturowych	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	prezentacja	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Testowanie i jakość oprogramowania

Nazwa przedmiotu Testowanie i jakość oprogramowania			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna bieżący stan badań naukowych w wybranym obszarze testowania i jakości oprogramowania	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	w sposób krytyczny dokonać analizy wybranej publikacji naukowej dotyczącej testowania i jakości oprogramowania oraz zaprezentować jej wyniki grupie seminaryjnej, a także uczestniczyć w dyskusji	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	Student jest gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji naukowych oraz jej krytycznej oceny	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omawianie wybranych publikacji naukowych z zakresu testowania i jakości oprogramowania. W każdym semestrze prowadzący proponuje zestaw publikacji do zaprezentowania przez studentów.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów

Nazwa przedmiotu Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Seminarium Widzenie komputerowe i rozpoznawanie obrazów skierowane jest do magistrantów, doktorantów i pracowników zainteresowanych badaniami naukowymi w obszarze analizy obrazów, widzenia komputerowego i biometrii. Dominuje tematyka związana z zainteresowaniami prowadzących, czyli: analizy i preprocessing obrazów, techniki redukcji szumów, techniki reprezentacji, techniki rozpoznawania obiektów, analizy ruchu, analizy tekstur, zagadnień biometrycznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student stosuje zaawansowane techniki modelowania i analizy obrazów w widzeniu komputerowym, biometrii.	MKO_K2_W05
W2	student zna współczesne kierunki rozwoju widzenia komputerowego, analizy obrazów i biometrii.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	student ma pogłębioną umiejętność stosowania wiedzy matematycznej modelowania zagadnień związanych z przetwarzaniem obrazów .	MKO_K2_U01
U2	student umie samodzielnie rozwiązywać problemy na każdym etapie przygotowania i realizacji programów rozwiązujących zagadnienia z widzenia komputerowego, analizy obrazów i biometrii.	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych zwłaszcza w kontekście szybko rozwijających nowoczesnych technik przetwarzania obrazów.	MKO_K2_K01
K2	precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia zagadnień z przetwarzania obrazów.	MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Na seminarium omawiane będą najnowsze osiągnięcia naukowe z dziedziny widzenia komputerowego, analizy obrazów oraz biometrii. Prezentowane będą najnowsze	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Forma i warunki zaliczenia modułu, w tym zasady dopuszczenia do egzaminu, zaliczenia, a także forma i warunki zaliczenia poszczególnych zajęć wchodzących w zakres danego modułu Zaliczenie jest wystawiane na podstawie wygłoszonego na seminarium referatu. Temat referatu zostaje podany przez prowadzących seminarium lub musi zostać z nimi uzgodniony. Oceniane jest zarówno merytoryczne przygotowanie referatu jak i forma jego przedstawienia.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
K1	x
K2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Bioinformatyka

Nazwa przedmiotu Bioinformatyka			
Klasyfikacja ISCED 0688 Interdyscyplinarne programy i kwalifikacje obejmujące technologie informacyjno-komunikacyjne		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa. Uczestnictwo w laboratorium jest. Znajomość podstawowych technik konstrukcji algorytmów, złożoności obliczeniowej, problematyki baz danych, umiejętność programowania.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu zastosowania technik informatycznych w analizie danych pochodzenia biologicznego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą algorytmów, technik programistycznych i metod sztucznej inteligencji stosowanych z analizie danych biologicznych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W2	student zna techniki techniki analizy danych i modelowania stosowane w bioinformatyce	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W3	student zna najważniejsze problemy i wyzwania dotyczące pozyskiwania, przechowywania i przetwarzania danych pochodzących z eksperymentów biologicznych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W4	student zna współczesne kierunki rozwoju i osiągniecia nauki w bioinformatyce	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07

Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student posiada umiejętność analizy problemów bioinformatycznych, poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu i ocenę jego trudności, poprzez specyfikację, wskazanie różnych rozwiązań i ich ocenę, aż po szczegóły realizacji.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U07
U2	student posiada umiejętność właściwego doboru i wykorzystywania narzędzi bioinformatycznych stosownie do rozważanego problemu.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U3	student posiada umiejętność przygotowania, realizacji i weryfikacji projektów bioinformatycznych.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U4	pozyskiwać informacje z dokumentacji, literatury, Internetu oraz innych wiarygodnych źródeł w języku polskim i angielskim, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	MKO_K2_U02, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wprowadzenie do bioinformatyki, przepływ informacji w komórce, centralny dogmat biologii molekularnej.	W4, U2, U4, K1
2.	Bioinformatyczne bazy danych (najważniejsze bazy: GenBank, UniProt, PDB, Pubmed; systemy zintegrowane: Entrez); problem wiarygodności i kompletności danych, redundancja, powiązania między bazami; kwestia spójności formatów danych).	W3, W4, U2, U3, U4, K1
3.	Dopasowanie sekwencji (algorytmy Needlemana-Wunscha, Smitha-Watermana, metody heurystyczne - BLAST, FASTA, dopasowania wielosekwencyjne, motywy, wzorce, profile, sekwencje konsensusowe, Psi-Blast, statystyczna istotność dopasowań).	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1
4.	Sekwencjonowanie DNA, składanie genów i genomów, analiza danych mikromacierzowych.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1
5.	Analizy filogenetyczne (poszukiwanie pokrewieństwa gatunków).	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1
6.	Wykorzystanie metod uczenia maszynowego w bioinformatyce.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1
7.	Budowa i funkcja białek, modelowanie struktur przestrzennych, przewidywanie oddziaływań międzycząsteczkowych, dokowanie.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1
8.	Wykorzystanie bioinformatyki w projektowaniu leków, rozwój medycyny personalizowanej.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, burza mózgów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt	- sprawozdanie z realizacji projektu semestralnego
laboratoria	zaliczenie na ocenę	- aktywne uczestnictwo w zajęciach, realizacja zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	80
rozwiązywanie zadań	30
przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	projekt	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
U4	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Kody i kaflowania

Nazwa przedmiotu Kody i kaflowania			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algebra liniowa z geometrią

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawy teorii kodów; zna podstawowe własności poliomin, pokryć i kodów w Z^2; zna problematykę rozstrzygalności własności poliomin, pokryć i kodów w Z^2	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi dobrać/skonstruować kod o pożądanych właściwościach	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Kody stałej długości • wykrywanie i korygowanie błędów • kody liniowe • kody cykliczne	W1, U1
2.	Kody poliominowe i klockowe • nierozstrzygalność testowania • zliczanie kodów • języki konturowe	W1, U1

3.	Poliomina i kaflowania • zliczanie poliomin • odtwarzanie poliomin z rzutów • kaflowania okresowe	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student uzyskuje punkty za wykonane zadania, rozwiązywanie problemów w trakcie zajęć laboratoryjnych, kolokwia i egzamin. Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie co najmniej połowy możliwej sumy punktów.
laboratoria	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	90
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji

Nazwa przedmiotu Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Analiza Zespolona – Geometryczna Teoria Funkcji			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna współczesne kierunki rozwoju i osiągniecia nauki w wybranych dziedzinach informatyki	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi pozyskiwać informacje z wiarygodnych źródeł (zarówno w języku polskim, jak i angielskim)	MKO_K2_U03
U2	potrafi krytycznie podejść do nowych osiągnięć z zakresu informatyki, a także przedstawić je w zrozumiały sposób	MKO_K2_U04
U3	umie zaprezentować wyniki badań naukowych, a także poprowadzić dyskusję z nimi związaną	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykazuje gotowość do krytycznej oceny posiadanej i zdobywanej wiedzy	
K2	gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Seminarium obejmuje szeroko rozumianą analizę zespoloną jednej i wielu zmiennych, ze szczególnym uwzględnieniem teorii pluripotencjału oraz teorii funkcji, odległości i metryk holomorficznie niezmienniczych.	W1, U1, U2, U3, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Wygłoszenie referatu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
U2	x
U3	x
K1	x
K2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Metoda elementu skończonego

Nazwa przedmiotu Metoda elementu skończonego			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada wiedzę w zakresie metod numerycznych oraz ich komputerowej implementacji.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi zastosować zdobytą wiedzę matematyczną do opisu zjawisk fizycznych.	MKO_K2_U01
U2	potrafi zastosować metodę elementów skończonych do numerycznego rozwiązywania zagadnień fizycznych.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zdaje sobie sprawę z tempa rozwoju nowoczesnych metod numerycznych oraz konieczności ciągłego aktualizowania swojej wiedzy w tym zakresie.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Zjawiska fizyczne typu stacjonarnego modelowane za pomocą liniowych równań różniczkowych eliptycznych: zjawisko ugięcia pręta, belki i membrany, odkształcenie ciała sprężystego. Zjawiska typu dynamicznego modelowane za pomocą równań różniczkowych parabolicznych i hiperbolicznych: drganie pręta (struny), belki i membrany z dysypacją i bez dysypacji energii, dynamiczny zachowanie ciała sprężystego i lepkosprężystego.	U1
2.	Klasyczne i wariacyjne (słabe) sformułowanie równań różniczkowych.	W1
3.	Sformułowanie idei metody elementów skończonych na przykładzie równania ugięcia pręta (w przypadku jednowymiarowym) i równania Poissona (w przypadku dwuwymiarowym). Triangulacja dziedziny, funkcje kształtu, przestrzeń funkcji kawałkami wielomianowych oraz jej baza, postać rozwiązania przybliżonego, jako kombinacji liniowej funkcji bazowych, sprowadzenie problemu przybliżonego do postaci układu równań liniowych, rozwiązanie otrzymanego układu oraz interpretacja jego rozwiązania.	W1
4.	Algebraiczne aspekty omawianych zagadnień. Metoda elementów skończonych jako przykład aproksymacji Galerkina rozwiązań problemów eliptycznych. Zbieżność metody Galerkina, lemat Cea, oszacowanie błędu metody elementów skończonych w zależności od parametrów dyskretyzacji dziedziny i regularności rozwiązania dokładnego.	W1
5.	Zastosowanie metody elementów skończonych do pozostałych zjawisk stacjonarnych i dynamicznych.	U1, U2, K1
6.	Implementacja metody elementów skończonych w środowisku Matlab oraz wizualizacja otrzymanych rozwiązań przybliżonych dla wybranych zjawisk fizycznych i równań różniczkowych.	W1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Zdanie egzaminu na ocenę pozytywną.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, projekt	Zaliczenie na ocenę pozytywną kolokwium oraz oraz ukończenie projektów realizowanych na ćwiczeniach laboratoryjnych w programie Matlab.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	40
przygotowanie do ćwiczeń	20
przygotowanie do sprawdzianu	20

przygotowanie do egzaminu	20
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę	projekt
W1	x		
U1		x	
U2			x
K1			x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych

Nazwa przedmiotu Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka, Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

AM2, MN

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest prezentacja typowych metod przybliżonego rozwiązywania zagadnień początkowych i brzegowych dla równań różniczkowych zwyczajnych, aspekty obliczeniowe – informacje o błędach metod, zbieżność, stabilność

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie typowych metod przybliżonego rozwiązywania zagadnień początkowych i brzegowych dla równań zwyczajnych; zna podstawowe aspekty obliczeniowe (informacje o błędach metod, zbieżność, stabilność); ma wiedzę w zakresie matematyki wyższej obejmującą zagadnienia fizyki i techniki prowadzące do równań różniczkowych zwyczajnych	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	projektuje i implementuje algorytmy numeryczne wykorzystując podstawowe techniki programistyczne i struktury danych; potrafi pozyskiwać informacje z literatury, Internetu oraz innych wiarygodnych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji i wykorzystywać w celu przygotowania swojego projektu; potrafi w sposób zrozumiały przedstawić ustnie i pisemnie opracowanie rozwiązania zadanego zagadnienia wraz z jego formalną analizą	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Przykłady zagadnień fizyki i techniki opisywanych przez równania różniczkowe 2. Twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań problemu Cauchy'ego 3. Ciągła zależność rozwiązań od warunków początkowych i od prawych stron równań 4. Równania liniowe, stabilność rozwiązań, portret fazowy 5. Metody jednokrokowe - metody Eulera, Rungego-Kutty 6. Metody wielokrokowe dla zagadnienia Cauchy'ego - metody Adamsa, wstecznego różniczkowania 7. Metoda strzałów i metoda różnic skończonych dla zagadnień brzegowych 8. Metody predyktor - korektor 9. Metody różnicowe aproksymacji rozwiązań i metody interpolacyjne oraz ich modyfikacje 10. Porównywanie użyteczności różnych metod, oszacowania błędów aproksymacji rozwiązań równań różniczkowych 11. Badanie stabilności rozwiązań	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	na podstawie oceny zaangażowania i pracy studentów podczas zajęć, rozwiązywania zadań tablicowych, implementacji programów numerycznych oraz punktów uzyskanych na kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	65
przygotowanie projektu	20
przygotowanie do egzaminu	24
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 170
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie dla WWW

Nazwa przedmiotu Programowanie dla WWW			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	protokoły i standardy używane do tworzenia aplikacji WWW wymienione w polu Treści programowe. Student zna i rozumie architekturę aplikacji WWW, w tym podział na frontend i backend oraz wzorce projektowe stosowane przy tworzeniu aplikacji WWW. Student zna podstawy języka Javascript. Student zna i biblioteki i frameworki wymienione w polu Treść programowe	MKO_K2_W01, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować poznane technologie, standardy, języki programowania i biblioteki do tworzenia wydajnych i bezpiecznych aplikacji internetowych.	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Protokół HTTP. Architektura aplikacji WWW, podstawowe technologie, Frontend i Backend. REST vs SOAP Wzorce projektowe dla aplikacji WWW. Odwrócenie roli klienta i serwera, Ajax, Websockets. Frontend dla aplikacji WWW: jquery. Frontend dla aplikacji WWW: React. Backend dla aplikacji WWW: node.js. Backend dla aplikacji WWW w Javie: biblioteka Spring MVC. Bezpieczeństwo aplikacji inrenetowych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	aktywność na ćwiczeniach, przygotowanie projektów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie projektu	70
przygotowanie do egzaminu	18
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie urządzeń mobilnych – Apple iOS

Nazwa przedmiotu Programowanie urządzeń mobilnych – Apple iOS			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania w jednym z popularnych języków (np. C, Java, C#).

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawami programowania urządzeń mobilnych na platformie Apple iOS i obejmuje omówienie języka Swift, podstawowych wzorców projektowych oraz podstawowych bibliotek (frameworks). Studenci będą zdobywać wiedzę i umiejętności tworząc szereg małych aplikacji oraz jedną większą w ramach projektu semestralnego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna w stopniu podstawowym język programowania Swift, zna i rozumie podstawowe wzorce projektowe wykorzystywane przy programowaniu aplikacji na platformie Apple iOS, zna podstawowe biblioteki (frameworks) oraz podstawowe zasady projektowania, tworzenia i dystrybucji programów w systemie iOS.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	projektować i tworzyć proste aplikacje przeznaczone na urządzenia mobilne działające w systemie Apple iOS z wykorzystaniem języka Swift, odpowiednich wzorców projektowych oraz podstawowych bibliotek i technik. Student potrafi korzystać z najnowszej dokumentacji technicznej w zakresie omawianych zagadnień, co jest szczególnie ważne ze względu na bardzo częste zmiany w tej dziedzinie.	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawy języka Swift, środowisko Xcode, wersja wzorca MVC w iOS. Wzorce target-action, delegate, data source, singleton. Protokoły. Powiadomienia. 2. Przegląd podstawowych bibliotek (frameworks), w tym Foundation oraz UIKit. 3. Autolayout, adaptive layout, trait collections, projektowanie i tworzenie uniwersalnych aplikacji. 4. Własne widoki, obsługa gestów. 5. Domknięcia (bloki, closures). 6. Persystencja danych (pliki, UserDefaults, Settings, podstawy CoreData). 7. Podstawy wielowątkowości – GCD, Operation. 8. Stany aplikacji. 9. Praca w sieci - wykorzystanie Firebase. 10. Podstawy URLSession. 11. Geolokalizacja, czujniki, kamera. 12. Podstawy tworzenia różnych wersji językowych i kulturowych. 13. Instalowanie aplikacji na urządzeniu, podstawowe informacje na temat umieszczania aplikacji w sklepie Apple.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Studenci za egzamin otrzymują punkty. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych na co najmniej połowę możliwych do uzyskania punktów. Ocena końcowa z przedmiotu wynika z sumy punktów uzyskanych za ćwiczenia i egzamin.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	W ramach przedmiotu studenci będą tworzyć szereg prostych aplikacji oraz jedną bardziej złożoną (jako praca semestralna). Każdy student zdobywa punkty za aktywne uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych, rozwiązywanie zadań i za pracę semestralną.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie pracy semestralnej	60
przygotowanie do egzaminu	20
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 171

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Geometria przestrzeni Banacha

Nazwa przedmiotu Geometria przestrzeni Banacha			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Geometria przestrzeni Banacha			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawowy kurs analizy funkcjonalnej

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z podstawowymi twierdzeniami geometrii przestrzeni Banacha

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenie stanowiące teamtykę seminarium	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podanie przykładów zastosowan twierdzeń ponanych podczas seminarium, stosowanie poznanych technik dowodwych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student jest gotowy do dalszego samokształcenia	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Twierdzenie Kreina-Milmana i jego zastosowania.	W1, U1, K1
2.	. Postacie punktów ekstremalnych w klasycznych przestrzeniach Banacha	W1, U1, K1
3.	Kryteria typu Kolmogorowa charakteryzujące element najlepszej aproksymacji.	W1, U1, K1
4.	Podstawowe fakty dotyczące przestrzeni modularnych i przestrzeni Orlicza.	W1, U1, K1
5.	Ścisła wypukłość , lokalna jednostajna wypukłość i jednostajna wypukłość przestrzeni Banacha.	W1, U1, K1
6.	Twierdzenie o punkcie stałym dla odwzorowań nierozszerzających.	W1, U1, K1
7.	Różniczkowalność normy w sensie Gateaux i Frecheta.	W1, U1, K1
8.	Twierdzenie Mazura.	W1, U1, K1
9.	Lemat Smuliana.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	regularny i aktywny udział w semiariach i wygłoszenie referatu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie w Java

Nazwa przedmiotu Programowanie w Java			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć konwersatorium: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursów Programowanie 1 i Programowanie 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	składnię języka Java, jego historię, jego zalety i ograniczenia oraz najpopularniejsze biblioteki używane przez programistów Javy	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	biegle programować w języku Java i stosować odpowiednie biblioteki zewnętrzne do rozwiązania postawionego przed nim problemu	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Kolejne przerabiane na kursie zagadnienia związane z Javą to: - zaawansowane projektowanie klas, - wzorce projektowe i zasady ich projektowania, - typy generyczne i kolekcje, - programowanie funkcyjne, - daty, łańcuchy znakowe i internacjonalizacja, - wyjątki i asercje, - współbieżność, - operacje wejścia wyjścia (IO i NIO.2), - adnotacje - baza danych, - tworzenie aplikacji webowych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	egzamin pisemny	Do egzaminu dopuszczaniu są jedynie studenci, którzy uzyskali zaliczenie z laboratoriów. Ocena końcowa z kursu jest średnią arytmetyczną oceny uzyskanej z egzaminu oraz oceny uzyskane z ćwiczeń, przy czym należy zaliczyć egzamin na przynajmniej 50% punktów.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie zadań domowych.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
konwersatorium	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Historia matematyki

Nazwa przedmiotu Historia matematyki			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Historia matematyki			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wiedza w zakresie I stopnia studiów matematycznych

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie z najważniejszymi faktami z historii matematyki
C2	przedstawienie ludzi tworzących matematykę na przestrzeni dziejów

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe fakty z historii matematyki	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	zna nazwiska ludzi tworzących matematykę	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	umie powiązać fakty z historii matematyki z nazwiskami	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U2	umie umieścić fakty matematyczne (twierdzenia i pojęcia) na tle dziejów	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	rozumie znaczenie historii matematyki w kształceniu matematycznym	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Matematyka babilońska i egipska. Przejście od metody empirycznej do dedukcyjnej w matematyce - przełom dorycki. Pitagorejczycy i ich wyniki. Okres "helleński" w matematyce greckiej: Hipokrates z Hios, Parmenides, Zenon z Elei, Akademia Platońska. Okres aleksandryjski: Euklides i "Elementy", Archimedes, Apoloniusz. Epigoni, okres schyłkowy. Heron, Klaudiusz Ptolemeusz, Pappus, Diofantos, Hypatia. Matematyka chińska i indyjska. Wczesne Średniowiecze -matematycy i dzieła. Matematyka arabska. Matematyka późnego Średniowiecza. Przełom Odrodzenia - Cardano i Tartaglia, inni matematycy XVI wieku. Wiek XVII początek rewolucji w matematyce. Narodziny nowych dziedzin. Kartezjusz, Pascal, Fermat, Newton, Leibniz, rodzina Bernoullich.	W1, W2, U1, U2, K1
2.	Matematyka i matematycy XVII i XVIII wieku, w szczególności rodzina Bernoullich, powstanie i rozwój rachunku różniczkowego i całkowego. Wiek XVIII - Euler, Lagrange, d'Alembert, Gauss, Lambert Nowe dziedziny matematyki: równania różniczkowe, rachunek wariacyjny, geometria różniczkowa. Matematyka i matematycy XIX wieku. Matematyka i matematycy XX wieku. Problem konstruowalności - problemy starożytnych. Problem rozwiązań równań przez pierwiastniki. Narodziny geometrii nieeuklidesowej, geometria rzutowa i różniczkowa. Nowe oblicze algebry. Przestrzenie wielowymiarowe. Problemy Hilberta, problemy milenijne. Hipoteza Riemanna. Hipoteza Poincarego. Polska szkoła matematyczna. Kongresy matematyków, nagrody w matematyce.	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, wykład konwersatoryjny, udział w badaniach, konsultacje, referat z prezentacją

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	obecność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie do zajęć	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Przetwarzanie języka naturalnego

Nazwa przedmiotu Przetwarzanie języka naturalnego			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania w dowolnym języku; znajomość algorytmicznych podstaw informatyki.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z podstawami analizy tekstu naturalnego. Zostaną przedstawione metody przetwarzania, analizy i rozumienia języka naturalnego (na podstawie języka angielskiego). Szczególny nacisk położony będzie na statystyczną analizę tekstu naturalnego, systemy uczące się, oraz stosowane współcześnie modele i algorytmy. W trakcie zajęć laboratoryjnych zostaną podane szczegóły techniczne poszczególnych rozwiązań oraz zostanie przedstawiony szereg narzędzi (w postaci bibliotek języka Python) wspomagających tworzenie oprogramowania do analizy języka naturalnego. Studenci będą implementować poszczególne rozwiązania z nastawieniem na pracę własną (nacisk położony jest na realizację określonych zadań, nie zaś na użycie z góry narzuconej formy).

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student stosuje podstawowe oraz zaawansowane techniki obliczeniowe i specjalistyczne narzędzia informatyczne do rozwiązywania typowych problemów przetwarzania języka naturalnego.	MKO_K2_W06
W2	student orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju języków programowania stosowanych do budowy narzędzi wspomagania przetwarzania języka naturalnego.	MKO_K2_W05

Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student posiada pogłębioną umiejętność przygotowania, realizacji i weryfikacji programów komputerowych napisanych w języku Python przetwarzających język naturalny.	MKO_K2_U04
U2	student umie samodzielnie rozwiązywać problemy na każdym etapie przygotowania i realizacji programów i projektów pod kątem przetwarzania języka naturalnego.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych zwłaszcza w kontekście szybko rozwijających nowoczesnych języków programowania.	MKO_K2_K01
K2	precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia języków programowania.	MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Ramowy plan zajęć: 1. Wyrażenia regularne 2. Preprocessing tekstu, tokenizacja, lematyzacja, stemizacja 3. Statystyczny model języka a klasyfikacja Bayesowska 4. Ocena jakości statystycznych modeli języka 5. Modele generatywne i dyskryminatywne 6. Tagowanie sekwencji 7. Wektoryzacja dokumentów i miary ich podobieństwa 8. Nowoczesne metody analizy języka	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Ocena końcowa z kursu jest wystawiana na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń oraz wyniku egzaminu, każdy składnik liczny jest z wagą 50%. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie łącznie 50% możliwych do zdobycia punktów.
laboratoria	projekt	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie projektów programistycznych oraz zadań wykonywanych w trakcie laboratoriów. Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie łącznie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	45

przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1	x	x
W2		x
U1		x
U2	x	x
K1	x	x
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Bazy danych 2

Nazwa przedmiotu Bazy danych 2			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie podstawowego przedmiotu z baz danych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest rozszerzenie wiedzy studentów (w odniesieniu do programu podstawowego przedmiotu Bazy danych) na temat projektowania, tworzenia, programowania i administrowania baz danych i zapoznanie z najnowszymi trendami i rozwiązaniami w tej dziedzinie.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna metody sterowania współbieżnością, w tym poziomy izolacji transakcji i zna sposoby poprawnego korzystania z nich w procedurach składowanych. Zna najważniejsze zadania administracyjne, zna podstawy budowy fizycznej baz danych w wybranych systemach, zna wybrane metody wykorzystywane w optymalizacji i realizacji zapytań. Zna podstawowe sposoby zabezpieczania baz danych. Zna wybrane nierelacyjne rozszerzenia systemów relacyjnych, np. typ danych XML, JSON, sposoby tworzenia zależności hierarchicznych w bazach relacyjnych (parent-child, hierarchyid). Zna różne typy baz danych i cele ich wykorzystania, w tym bazy produkcyjne (relacyjne i nierelacyjne) i analityczne (hurtownie danych, bazy danych OLAP). Zna najnowsze trendy w bazach danych (najnowsze rozwiązania różnych producentów), w tym rozwiązania chmurowe i big data.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	wybrać i zastosować w praktyce odpowiednie poziomy izolacji transakcji w procedurach składowanych, potrafi wykonać wybrane zadania administracyjne, potrafi wykonać analizę planu wykonania zapytania w wybranym systemie, potrafi w praktyce stosować zabezpieczenia i kontrolować uprawnienia, potrafi korzystać z rozszerzeń relacyjnych baz danych w zakresie typów danych, potrafi wybrać rodzaj bazy danych do konkretnych potrzeb (bazy produkcyjne, analityczne), potrafi wskazać najnowsze trendy w bazach danych, w tym w zakresie rozwiązań chmurowych i big data.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Poziomy izolacji transakcji w praktyce, zastosowanie w procedurach składowanych. 2. Podstawowe zadania administracyjne: wykonywanie kopii zapasowych, odtwarzanie systemu po różnych rodzajach awarii. 3. Zarządzanie użytkownikami, zarządzanie uprawnieniami i bezpieczeństwem w bazach danych. 4. Analiza planów wykonania zapytań i optymalizacja zapytań. 5. Wybrane "nierelacyjne" typy danych: XML, JSON, hierarchyid, sposoby ich wykorzystania. 6. Analityczne bazy danych, hurtownie danych, bazy danych OLAP. 7. Rozwiązania chmurowe w bazach danych. 8. Najnowsze trendy w systemach baz danych.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
laboratoria	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie pracy semestralnej	60
przygotowanie do egzaminu	20
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 171

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka stosowana

Nazwa przedmiotu Matematyka stosowana			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Matematyka stosowana			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Seminarium przeznaczone jest dla doktorantów oraz studentów studiów II stopnia.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane zagadnienia związane z zastosowaniami matematyki, w zakresie niezbędnym do wygłoszenia referatu.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	opracować i wygłosić referat o tematyce związanej z zastosowaniami matematyki.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	precyzyjnego formułowania pytań, służących do pogłębienia lub uzupełnienia własnego zrozumienia danego tematu.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Tematykę seminarium stanowią (szeroko rozumiane) zagadnienia z zakresu zastosowań matematyki, w tym: metod statystycznych, metod numerycznych, teorii optymalizacji, analizy danych, teorii równań różniczkowych i układów dynamicznych, matematyki wyborczej.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Wygłoszenie referatu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Testowanie oprogramowania

Nazwa przedmiotu Testowanie oprogramowania			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak wymagań wstępnych, aczkolwiek zalecana jest podstawowa wiedza z zakresu wstępu do matematyki, matematyki dyskretnej, teorii języków formalnych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe pojęcia, koncepcje i metody testowania oprogramowania, w tym metody zarządzania testowaniem oraz techniki projektowania testów	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeprowadzić czynności pełnego procesu testowego w odniesieniu do testowanego modułu lub systemu (planowanie, analiza, projektowanie testów, implementacja i wykonanie testów, ocena kryteriów zakończenia, raportowanie)	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wprowadzenie do testowania 2. Testowanie w cyklu życia oprogramowania 3. Czarnoskrzynkowe techniki testowania 4. Białoskrzynkowe techniki testowania 5. Techniki testowania oparte na doświadczeniu 6. Testowanie niefunkcjonalne 7. Automatyzacja testowania 8. Testowanie systemów specyficznych 9. Zarządzanie testowaniem 10. Wybrane zagadnienia inżynierii jakości oprogramowania	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Uzyskanie odpowiedniej sumy punktów za egzamin i laboratoria
laboratoria	projekt	Projekt (raport z testów), aktywność na zajęciach, obecność

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	58
przygotowanie do egzaminu	60
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Metody teorii aproksymacji

Nazwa przedmiotu Metody teorii aproksymacji			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Metody teorii aproksymacji			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z aktualnymi badaniami z teorii aproksymacji

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia bedące przedmiotem seminarium	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przyklady zastosowań twierdzeń poznanych podczas seminarium	MKO_K2_U04, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Konstruktywna teoria funkcji wielu zmiennych (nierówności wielomianowe typu Bernsteina, Jacksona i Markowa na zbiorach w RN i CN, teoria pluripotencjału, aproksymacja wielomianowa, przedłużanie dżetów funkcji gładkich na zbiorach zwartych w RN, normy sprzężone w przestrzeniach Hilberta) oraz teoria minimalnych operatorów rzutowych w przestrzeniach Banacha (problemy istnienia i jedyności oraz efektywne wzory na projekcje minimalne).	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wzorce projektowe

Nazwa przedmiotu Wzorce projektowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Dobra znajomość projektowania i programowania obiektowego

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna zaawansowane techniki projektowania wykorzystujące wzorce projektowe	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi projektować i implementować oprogramowanie wysoce elastyczne minimalizując koszty jego modyfikacji w przypadku nowych zastosowań	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawowe pojęcia, nazewnictwo i klasyfikacje wzorców 2. Perspektywy w procesie tworzenia oprogramowania 3. Miejsce wzorców i ich systemów w architekturze oprogramowania 4. Wzorce konstrukcyjne (creational patterns) - Abstract Factory - Builder - Factory Method - Prototype - Singleton 5. Wzorce strukturalne (structural patterns) - Adapter - Bridge - Composite - Decorator - Facade - Flyweight - Proxy 6. Wzorce czynnościowe (behavioral patterns) - Chain of Responsibility - Command - Interpreter - Iterator - Mediator - Memento - Observer - State - Strategy - Template Method - Visitor 7. Wzorce architektoniczne: - MVC - MVP - MVVM	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę pozytywną egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej

Nazwa przedmiotu Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Seminarium Zakładu Matematyki Finansowej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	prezentować wyniki i prowadzić debatę w zakresie matematyki finansowej i stosowanej.	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Referaty z zakresu matematyki finansowej i stosowanej	U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	Pozytywna sumaryczna ocena przedstawionych prezentacji i referatów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
U1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Zaawansowane wzorce projektowe i architektoniczne

Nazwa przedmiotu Zaawansowane wzorce projektowe i architektoniczne			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość modelowania, projektowania i programowania obiektowego, ogólna orientacja w tematyce klasycznych wzorców projektowych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna zaawansowane techniki projektowania wykorzystujące specjalistyczne wzorce projektowe dla aplikacji zarządzania przedsiębiorstwem (korporacyjnych)	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi projektować i implementować wysoce elastyczne oprogramowanie korporacyjne minimalizując koszty jego modyfikacji w przypadku nowych zastosowań	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Warstwy w aplikacjach biznesowych 2. Wzorce logiki aplikacji 3. Wzorce architektury źródła danych 4. Wzorce mapowania obiektowo-relacyjnego 5. Wzorce odwzorowań obiektów i relacyjnych metadanych 6. Wzorce prezentacji 7. Wzorce dystrybucji 8. Wzorce stanu sesji 9. Wzorce współbieżności autonomicznej 10. Wzorce złożone	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę pozytywną egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Teoria osobliwości

Nazwa przedmiotu Teoria osobliwości			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Teoria osobliwości			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy analizy matematycznej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie zbioru semialgebraicznego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	pojęcie struktury o-minimalnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W3	formułę Taylora dla funkcji rożniczkowalnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W4	pojęcie punktu osobliwego odwzorowania i jego wartości osobliwej	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
W5	pojęcie punktu osobliwego podzbioru przestrzeni euklidesowej	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W6	twierdzenie Stone'a-Weierstrassa i inne twierdzenia o aproksymacji	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować twierdzenie o wartości średniej	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04

U2	sprawdzić czy dany podzbiór przestrzeni euklidesowej jest rozmaitością gładką	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U3	zastosować twierdzenie o funkcjach uwikłanych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U4	zastosować metody algebry do zagadnień teorii osobliwości	MKO_K2_U02, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U5	zastosować metody topologii algebraicznej do zagadnień teorii osobliwości	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U6	potrafi zastosować twierdzenie Stone'a-Weierstrassa i inne twierdzenia o aproksymacji	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zastosowanie poznanych metod teorii osobliwości w matematyce i innych dziedzinach nauki	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Teoria funkcji "regulous" jako narzędzie geometrii algebraicznej rzeczywistej	W1, W2, K1
2.	Konstruowanie geometrii algebraicznej i analitycznej nad ciałami niearchimedesowymi	W1, W2, U4, K1
3.	Zastosowanie geometrii o-minimalnej do teorii aproksymacji	W6, U6, K1
4.	Badanie własności topologicznych, metrycznych i różniczkowych zbiorów definiowalnych w strukturach o-minimalnych metodami stratyfikacji	W1, W2, W4, W5, U1, U2, U3, U4, U5
5.	Metody desyngularyzacji	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja, udział w badaniach

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	wygłoszenie referatu na zadany temat

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie referatu	30
analiza problemu	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
W2	x
W3	x
W4	x
W5	x
W6	x
U1	x
U2	x
U3	x
U4	x
U5	x
U6	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologia

Nazwa przedmiotu Topologia			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Topologia			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	najnowsze trendy i twierdzenia z topologii	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	prezentować twierdzenia na podstawie artykułów naukowych oraz prowadzić dyskusję na ich temat	MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	udziału w dyskusji naukowej	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prezentowanie uczestnikom seminarium wyników własnych lub cudzych na podstawie książek lub artykułów związanych tematycznie z topologią	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę, zaliczenie	aby uzyskać ocenę pozytywną, należy choć raz referować; aby uzyskać zaliczenie, należy regularnie uczestniczyć w spotkaniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie do zajęć	45
przygotowanie referatu	15
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie na ocenę	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Basic Real Algebraic Geometry

Nazwa przedmiotu Basic Real Algebraic Geometry			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Basic Real Algebraic Geometry			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

elementarne pojęcia z analizy, topologii i algebry

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia dotyczące podstawowych własności rzeczywistych rozmaitości algebraicznych, zbiorów semialgebraicznych oraz odwzorowań regularnych	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń dotyczących podstawowych własności rzeczywistych rozmaitości algebraicznych, zbiorów semialgebraicznych oraz odwzorowań regularnych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych pojęć i metod rzeczywistej geometrii algebraicznej. Ciało liczb rzeczywistych R (w odróżnieniu od ciała liczb zespolonych) nie jest algebraicznie domknięte. Z drugiej strony R jest ciałem uporządkowanym, którego porządek wiąże się z topologią euklidesową na R. W konsekwencji, wiele problemów geometrii rzeczywistej ma charakter topologiczny. Ponadto twierdzenia teorii rzeczywistej bardzo często posiadają naturalne interpretacje geometryczne. Na wykładzie omówione zostaną następujące zagadnienia: rzeczywiste zbiory algebraiczne, rzeczywiste rozmaitości algebraiczne, punkty osobliwe i nieosobliwe, pojęcie wymiaru, podstawowe własności zbiorów semialgebraicznych, odwzorowania regularne pomiędzy rzeczywistymi rozmaitościami algebraicznymi.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdanie egzaminu ustnego
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Galois Theory

Nazwa przedmiotu Galois Theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Galois Theory			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstawowych pojęć z algebry i algebry liniowej (grupy, pierścienie, ciała) na poziomie podstawowych kursów z algebry i algebry liniowej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa, oraz stosować poznane idee i techniki występujące w ich dowodach.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Algebraiczne i przestępne rozszerzenia ciał. Ciała algebraicznie domknięte. Ciała skończone. Rozszerzenia rozdzielcze. Norma i ślad. Rozszerzenia Galois i podstawowe twierdzenie teorii Galois. Wyznaczanie grup Galois. Rozszerzenia cyklotomiczne. Rozszerzenia cykliczne, 90. tw. Hilberta i tw. Artina-Schreiera. Rozszerzenia pierwiastnikowe i rozwiązalne. Równania stopnia trzy i cztery. Problemy konstruowalności. Nieskończona teoria Galois oraz grupy proskończone. Wprowadzenie do kohomologii grup i kohomologii Galois. Wybrane zastowania teorii Galois w teorii liczb, algebrze i geometrii algebraicznej (w zależności od ilości czasu oraz zainteresowań słuchaczy).	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie przeprowadzanych na zajęciach sprawdzianów oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologia różniczkowa i algebraiczna

Nazwa przedmiotu Topologia różniczkowa i algebraiczna			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Topologia różniczkowa i algebraiczna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	struktury topologiczne na rozmaitościach	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	badać własności topologiczne rozmaitości	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	dyskutować na temat problemów topologicznych z uczestnikami seminarium	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	homologie i kohomologie rozmaitości, homotopijnie własności rozmaitości	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie projektu	60

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Układy Dynamiczne

Nazwa przedmiotu Układy Dynamiczne			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Układy Dynamiczne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski, Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa znajomość analizy matematycznej, topologii i teorii równań różniczkowych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane zagadnienia teorii układów dynamicznych	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	samodzielne opracowanie tekstów z literatury specjalistycznej	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Współczesne zagadnienia teorii układów dynamicznych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Udział w seminarium i zreferowanie wybranych tekstów matematycznych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
seminarium	30
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Ergodic Theory

Nazwa przedmiotu Ergodic Theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Ergodic Theory			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstawowych pojęć teorii miary oraz całki Lebesgue’a oraz topologii; najbardziej podstawowe informacje dotyczące przestrzeni Hilberta (operatory rzutowania prostopadłego, bazy ortonormalne). Obecność na zajęciach jest obowiązkowa.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa, oraz stosować poznane idee i techniki występujące w ich dowodach.	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych pojęć i narzędzi nowoczesnej teorii ergodycznej. Na wykładzie omówimy następujące zagadnienia: Odwzorowania zachowujące miarę. Twierdzenie Poincarego o powracaniu. Elementy dynamiki topologicznej. Zastosowania powracania (topologicznego i miarowego) w teorii Ramseya. Ergodyczność oraz słabe i mocne mieszanie oraz ich charakteryzacje. Średnie i punktowe twierdzenie ergodyczne. Miary niezmiennicze dla topologicznych układów dynamicznych. Teoria spektralna. Ułamki łańcuchowe i ich własności ergodyczne. Ścisła ergodyczność i twierdzenie Weyla o ekwipartycji.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie przeprowadzanych na zajęciach sprawdzianów oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyczne aspekty wyborów

Nazwa przedmiotu Matematyczne aspekty wyborów			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z niestandardowymi zastosowaniami matematyki.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe własności metod głosowania, metod zakładających uporządkowanie, metod porządkowych, metod rozdziału, twierdzenia wymienione w punkcie "Efekt sylabusa"	MKO_K2_W02, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	obliczać wyniki głosowań w metodach poznanych w ramach efektów kształcenia, sprawdzać, czy konkretne metody spełniają wybrane własności metod głosowania	MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	nazwania z imienia i nazwiska osób uczęszczających na ćwiczenia w tej samej grupie, co on	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Różne systemy głosowania. Wybory jednego kandydata; metody wyborów zakładające uporządkowanie kandydatów przez wyborców. Podstawowe własności systemów głosowania. Twierdzenie Maya. Zasada Pareto. Paradoks Condorceta. Punkty Bordy. Metoda niezależna od ubocznych opcji (warunek IIA). Twierdzenia o niemożliwości, w tym Pierwsze Twierdzenie Arrowa. Twierdzenie Sena. Metody porządkowe głosowania (ustalające słaby porządek w zbiorze kandydatów). Drugie Twierdzenie Arrowa. Twierdzenie Gibbarda-Satterthwaite'a o manipulacji. Problem sprawiedliwego rozdziału; różne metody rozdziałów. Podstawowe własności metod rozdziałów. Twierdzenie Balinskiego-Younga. Indeks Shapleya-Shubika, indeks Banzhafa. Wybrane wydarzenia z historii (w tym najnowszej) związane z matematycznymi aspektami wyborów. Paradoksy wyborcze.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	50
przygotowanie do ćwiczeń	50
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 161
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka olimpiad i konkursów

Nazwa przedmiotu Matematyka olimpiad i konkursów			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Kurs przeznaczony jest dla studentów studiów II stopnia kierunku matematyka DOWOLNEJ specjalności.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Jednym z celów kursu jest rozszerzenie wiadomości pomagających przy przygotowaniu uczniów do rozmaitych konkursów matematycznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zasady przeprowadzania oraz podstawowe informacje najważniejszych konkursów matematycznych w Polsce i za granicą różne wersje zasady indukcji matematycznej podstawowe nierówności wykorzystywane w zadaniach konkursowych, w tym nierówność Schwarza i nierówność Muirheada podstawowe twierdzenia geometryczne wykorzystywane w zadaniach konkursowych, w tym twierdzenie o odcinkach stycznych i twierdzenie Cevy zna różne wersje zasady szufladkowej Dirichleta	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozwiązywać matematyczne zadania konkursowe typu testowego rozwiązywać matematyczne zadania konkursowe z wykorzystywaniem materiału opisanego w efektach kształcenia	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	podania imion i nazwisk studentów mających z nim zajęcia w tej samej grupie ćwiczeniowej, co on	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Metoda niezmienników. Kolorowanie. Zasada szufladkowa Dirichleta. Wybrane nierówności: nierówność między średnimi, nierówność Muirheada, nierówność Schwarza, nierówność Jensena. Podstawienie Raviego. Technika dorysowywania w zadaniach geometrycznych. Twierdzenie Cevy i zagadnienia pokrewne. Wybrane własności wielomianów. Zadania związane z własnościami funkcji. Rachunek prawdopodobieństwa w zadaniach olimpijskich. Rozwiązywanie równań w liczbach całkowitych. Kongruencje. Zadania kombinatoryczne. Wybrane tricki rachunkowe. Różne zastosowania metody indukcji matematycznej. Charakterystyka różnego rodzaju konkursów matematycznych w Polsce i na świecie.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	50
przygotowanie do ćwiczeń	50
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 161
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wybrane zastosowania algebry abstrakcyjnej

Nazwa przedmiotu Wybrane zastosowania algebry abstrakcyjnej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Wstęp do algebry

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zastosowania algebry abstrakcyjnej w dziedzinach wymienionych w polu: Treść sylabusa w zakresie omówionym na wykładzie	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować w zadaniach praktycznych twierdzenia i własności mówione na wykładzie w zakresie tematyki wskazanej w polu: Treść sylabusa	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy zastosowania metod algebraicznych w kryptografii w tym wykorzystanie narzędzi teorii grup (elementy kombinatorycznej teorii grup) i teorii ciał skończonych	W1, U1

2.	Podstawowe pojęcia i idee geometrii algebraicznej jako zastosowanie teorii pierścieni przemiennych (podstawowe informacje o zbiorach algebraicznych, własności pierścienia wielomianów wielu zmiennych, twierdzenie Hilberta o zerach i jego konsekwencje geometryczne)	W1, U1
3.	Wybrane zagadnienia teorii Galois i jej zastosowania w tym m.in. zasadnicze twierdzenie teorii Galois, implikacje dotyczące równań algebraicznych (w szerszym stopniu niż na kursie podstawowym Algebry I) zasadniczego twierdzenia algebry i wykonalności konstrukcji geometrycznych.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywny wynik teoretycznego egzaminu ustnego i pozytywna ocena z praktycznej części uzyskana w ramach ćwiczeń lub z pisemnego egzaminu praktycznego
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywny udział w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	58
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Elementarna teoria homotopii

Nazwa przedmiotu Elementarna teoria homotopii			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczony kurs Topologia 1. Kurs wymaga tylko znajomości topologii i algebry na poziomie pierwszych kursów na pierwszym roku pierwszego stopnia. Kurs NIE WYMAGA wcześniejszego przygotowania z topologii algebraicznej i nie będzie się przecinał istotnie z innymi kursami topologii algebraicznej lub teorii homologii.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wczesne zapoznanie studentów ze współczesnym aparatem teorii homotopii.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treści, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treści, stosować poznane techniki dowodowe. Samodzielnie czytać współczesną literaturę związaną z tematyką wykładu.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zostanie włożony wysiłek w poprowadzenie wykładu możliwie długo bez odwołań do CW-kompleksów i twierdzenia Hurewicza. Proste własności homotopijne odwzorowań ciągłych, równoważności homotopijne a homeomorfizmy. Proste przestrzenie funkcji. Kategoria homotopijna i homotopijna z kropką. Proste konstrukcje i kokonstrukcje w kategoriach homotopijnych. Sprzężenie funktorów przestrzeni pętli i zawieszenia. Grupy homotopii. Systemy Postnikova, istnienie i jedyność. Przykłady konstrukcji uniwersalnych w kategoriach homotopijnych, spektra.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	uzupełnienie konkretnych fragmentów dowodów, zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie do ćwiczeń	90
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Complex analytic geometry 1

Nazwa przedmiotu Complex analytic geometry 1			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Complex analytic geometry 1			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Funkcje holomorficzne (optymalnie wielu zmiennych).

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń i stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U07

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	I Podstawowe wiadomości dot. rozmaitości zespolonych. 1. Rozmaitości i podrozmaitości – struktura i przykłady. 2. Funkcje holomorficzne pomiędzy rozmaitościami. 3. Kiełki zbiorów i funkcyj. 4. Przestrzeń styczna i odwzorowanie styczne. 5. Wymiar zbioru i kiełka. II Zbiory analityczne. 1. Zbiory i kiełki analityczne – przykłady i podstawowe własności. 2. Punkty regularne i osobliwe. 3. Nierozkładalność zbiorów i kiełków analitycznych. 4. Zbiory i kiełki główne. III Geometria zbiorów analitycznych. 1. Twierdzenie Przygotowawcze Weierstrassa. 2. Zbiory z właściwym rzutowaniem. 3. Twierdzenie Remmerta o rzucie. 4. Wymiar rzutu właściwego zbioru analitycznego. 5. Wymiar zbioru punktów osobliwych. 6. Lokalny rozkład zbioru analitycznego. 7. Struktura zbioru analitycznego stałego wymiaru. 8. Struktura zbioru analitycznego w przypadku ogólnym. 9. Struktura kiełka analitycznego. 10. Przecięcia zbiorów analitycznych. IV Wybrane zagadnienia w zespolonej geometrii analitycznej. 1. Twierdzenie Remmerta-Steina o przedłużaniu. 2. Twierdzenia Chowa. 3. Twierdzenie Puiseux.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Geometria różniczkowa krzywych i powierzchni

Nazwa przedmiotu Geometria różniczkowa krzywych i powierzchni			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

algebra liniowa i analiza matematyczna

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe definicje i twierdzenia geometrii różniczkowej krzywych i powierzchni	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń i używać przedstawione na wykładzie techniki dowodowe	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Krzywe: wzory Freneta i twierdzenie podstawowe, wektor Darboux, okrąg ściśle styczny, ewoluty i ewolwenty. Powierzchnie: wzory Gaussa i Weingartena, krzywizny Gaussa i średnia, odległość na powierzchni, theorema egregium,, powierzchnie rozwijalne, powierzchnie minimalne, geodezyjne, twierdzenie Clairauta.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywne wyniki sprawdzianów i aktywność na ćwiczeniach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Fourier transform and distribution theory

Nazwa przedmiotu Fourier transform and distribution theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Fourier transform and distribution theory			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Kurs analizy jednej i wielu zmiennych,

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna pojęcia transformaty Fouriera i dystrybucji	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	student poszerza swoją wiedze matematyczną o klasyczne aspekty analizy Fourierowskiej	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykorzystac transformatę Fouriera do rozwiązywania prostych równań różniczkowych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykorzystywania zdobytej teoretycznej wiedzy do życiowych zastosowań	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03
K2	prowadzenia samodzielnego rozumowania matematycznego	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Szeregi Fouriera- podstawowe własności, lemat Riemanna-Lebesgue'a, 2. Transformata Laplace'a i transformata Fouriera- podstawowe definicje i własności, 3. Teoria w L^2 tożasamość Parsevala, 4. Dyskretna transformata Fouriera- zastosowania; 5. Algorytm FFT; 6. Przestrzenie Sobolewa- motywacja definicje i podstawowe własności, 7. Teoria dystrybucji- definicje i przykłady, 8. Dystrybucje Schwartza, 9. Zatosowania w teorii regularności równań różniczkowych cząstkowych,	W1, W2, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Zdany egzamin pisemny i zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	na podstawie kolokwiów i aktywności podcza zajęć

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
U1	x	x
K1	x	x
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Introduction to Probability and Statistics

Nazwa przedmiotu Introduction to Probability and Statistics			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Introduction to Probability and Statistics			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia i metody statystyczne będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń przedstawionych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa; oraz stosować przedstawione metody statystyczne.	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zastosowania twierdzeń oraz metod statystycznych zaprezentowanych na wykładzie.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Dane i próbki. 2. Statystyki opisowe. 3. Prawdopodobieństwo. 4. Zmienne losowe o rozkładach dyskretnych i ciągłych. 5. Centralne twierdzenie graniczne. 6. Esymacja punktowa. 7. Przedziały ufności. 8. Testowanie hipotez.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń.
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Sprawdziany pisemne oraz rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie pisemne
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Functional Equations

Nazwa przedmiotu Functional Equations			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Functional Equations			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza Matematyczna 2

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia (wraz z dowodami i przykładami zastosowań), pojęcia oraz przykłady wprowadzone w trakcie wykładu	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozwiązywać problemy i zadania związane z tematyką przedmiotu	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	krytycznej analizy przedstawionych rozumowań, własnych oraz proponowanych przez inne osoby	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Kurs obejmuje wprowadzenie do teorii równań funkcyjnych. Materiał rozpoczyna się ciągami rekurencyjnymi, a następnie przechodzi do równań Jensena, liniowych, Abela i Schrodera. Omawiane są różne rodzaje rozwiązań (ciągłe, różniczkowalne, monotoniczne itd.). Wykład kończy się układami równań i równaniami wyższych rzędów. Materiał do ćwiczeń jest w sporej części zaczerpnięty z różnych matematycznych konkursów i zawodów.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	odpowiednio wysokie wyniki sprawdzianów, aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wybrane zagadnienia empirycznej mikroekonomii

Nazwa przedmiotu Wybrane zagadnienia empirycznej mikroekonomii			
Klasyfikacja ISCED 0311 Ekonomia		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw ekonomii oraz znajomość statystyki (w tym statystyki matematycznej) i ekonometrii.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Budowa i estymacja parametrów modeli ekonometrycznych w celu opisu wybranych zjawisk mikroekonomicznych, w których przedmiotem zainteresowania jest zmienna objaśniana o rozkładzie dyskretnym (skokowym). Omówienie szczegółowych technik estymacji parametrów stosownych modeli, weryfikacji hipotez i wnioskowania o zależnościach między zmiennymi ekonomicznymi.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada wiedzę akademicką dotyczącą konstrukcji i zastosowania modeli ekonometrycznych służących do opisu zjawisk ekonomicznych, gdy pomiar zmiennych ma miejsce na słabych skalach pomiarowych.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	posiada umiejętność formułowania modelu statystycznego opisującego badany problem, konstrukcji danych, wyboru adekwatnej metody estymacji. Następnie potrafi wykonać estymację i przeprowadzić wnioskowanie statystycznego w celu uzyskania na podstawie próby charakterystyk opisujących zjawisko ekonomiczne, w tym opisu niepewności.	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	ukształtowanie potrzeby i świadomości poszerzania wiedzy na temat analizy wybranych zjawisk ekonomicznych za pomocą metod ekonometrycznych, które pozwalają na rozwiązywanie konkretnych problemów (analiza deskryptywna i normatywna) dotyczących funkcjonowania wielu sfer gospodarki, szczególnie w skali mikro.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Modele ekonometryczne dla zmiennych o rozkładzie skokowym (modele dyskretnego wyboru) oparte na koncepcji losowej funkcji użyteczności.	W1
2.	Klasyfikacja modeli (modele dyskretnego wyboru). Przykłady ich zastosowania w ekonomii (w bankowości, w marketingu, w finansach przedsiębiorstw itp).	W1
3.	Modele dychotomiczne – model logitowy i probitowy (dla danych mikro i grupowych). Konstrukcja, estymacja parametrów, interpretacja i prognozowanie decyzji ekonomicznych.	W1
4.	Modele dla polichotomicznych kategorii uporządkowanych i nieuporządkowanych.	W1
5.	Modele regresji Poissona jako przykład narzędzi opisu dla zmiennej licznikowej.	W1
6.	Model dychotomiczny (logitowy lub probitowy) - przygotowanie danych, estymacja parametrów w arkuszu kalkulacyjnym. Testowanie hipotez złożonych (redukcji modelu).	U1
7.	Model dychotomiczny (logitowy lub probitowy) - prognozowanie decyzji klientów, obliczanie efektów krańcowych, miar dopasowania, interpretacja otrzymanych wyników.	U1
8.	Model dla polichotomicznych kategorii uporządkowanych - estymacja i interpretacja wyników.	U1
9.	Model dla polichotomicznych kategorii nieuporządkowanych - estymacja i interpretacja wyników.	U1
10.	Model regresji Poissona - estymacja, interpretacja.	U1
11.	Formowanie kompetencji społecznych.	K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć

wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do zajęć	30
rozwiązywanie zadań problemowych	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	
U1		x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Przestrzenie metryczne

Nazwa przedmiotu Przestrzenie metryczne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa; oraz stosować poznane techniki dowodowe	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Przestrzenie metryzowalne w sposób zupełny a absolutne zbiory typu G-delta. 2. Twierdzenie Ławrientiewa o przedłużaniu homeomorfizmów. 3. Przestrzeń podzbiorów domkniętych, niepustych i ograniczonych z metryką Hausdorffa: zupełność i zwartość. 4. Twierdzenie Mazurkiewicza-Moore'a o łukowej spójności. 5. Twierdzenie Hahna-Mazurkiewicza o krzywych Peano. 6. Twierdzenie Urysohna o uniwersalności kostki Hilberta. 7. Metryzowalność przestrzeni regularnych spełniających II aksjomat przeliczalności. 8. Przestrzenie Hausdorffa drogowo spójne są łukowo spójne. 9. Twierdzenie A.H. Stone'a o parazwartości przestrzeni metrycznych. 10. Twierdzenie Arensa-Eellsa o zanurzaniu w przestrzeń unormowaną. 11. Lemat Michaela o własnościach lokalnych. 12. Twierdzenie Dugundjiego o przedłużaniu funkcji o wartościach w zbiorach wypukłych. 13. Twierdzenie Klee o przedłużaniu homeomorfizmów. 14. Twierdzenie Hausdorffa o przedłużaniu metryk. 15. A(N)R-y: definicja i charakteryzacja. 16. AR = ściągalny ANR. 17. Twierdzenie Hannera.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wprowadzenie do teorii modeli

Nazwa przedmiotu Wprowadzenie do teorii modeli			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa, oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	krytycznej analizy prezentowanych rozumowań i wyjaśniania kolejnych przejść logicznych oraz do samodzielnego kształcenia się.	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Struktury matematyczne w językach pierwszego rzędu. 2. Twierdzenia o zwartości. 3. Twierdzenia Skolema-Löwenheima. 4. Stabilność względem podstruktur, sumy łańcuchów itp. 5. Rozszerzenia elementarne. 6. Modelowa zupełność i jej kryteria. 7. Eliminacja kwantyfikatorów i jej kryteria. 8. Zastosowania do teorii ciał algebraicznie domkniętych i ciał rzeczywiście domkniętych. 9. Typy logiczne. 10. Nasycenie i struktury nasycone. 11. Twierdzenie Svenoniusa. 12. Twierdzenie Beth'a o definiowalności implicite.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem do egzaminu na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych, referaty, kartkówki

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza formalna i funkcje analityczne

Nazwa przedmiotu Analiza formalna i funkcje analityczne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy topologii i algebry

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie sumy nieskończonej liczb rzeczywistych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
W2	pojęcie szeregu potęgowego n zmiennych nad ciałem	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W3	twierdzenie przygotowawcze dla szeregów	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W4	twierdzenie o szeregach uwikłanych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W5	pojęcie funkcji analitycznej n zmiennych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W6	własności funkcji analitycznych np zasadę identyczności	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zbadać czy suma nieskończona liczb rzeczywistych jest zbieżna	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U2	zbadać czy szereg potęgowy n zmiennych jest zbieżny	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04

U3	zastosować twierdzenie o szeregach uwiklanych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U4	sprawdzić czy zadana funkcja jest analityczna	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykorzystanie teorii funkcji analitycznych w matematyce i w jej zastosowaniach	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Sumy nieskończone zbieżne	W1, U1
2.	Twierdzenie o bezwzględnej zbieżności sumy	W1, U1, K1
3.	Twierdzenia o łączności sumy	W1, U1, K1
4.	Twierdzenie o ciągłości sumy	W1, U1, K1
5.	Twierdzenie o różniczkowaniu sumy	W1, U1, K1
6.	Formalne szeregi potęgowe n zmiennych nad ciałem	W1, U1, K1
7.	Rząd szeregu i topologia Krulla w pierścieniu szeregów potęgowych	W2, K1
8.	Twierdzenie o szeregach uwikłanych	W4, U3, K1
9.	Twierdzenie przygotowawcze dla formalnych szeregów potęgowych	W3, K1
10.	Szereg Taylora funkcji gładkiej	W2, U2, K1
11.	Szeregi potęgowe zbieżne	W2, U2, K1
12.	Normy Grauerta-Malgrange'a w pierścieniu szeregów potęgowych zbieżnych	W2, K1
13.	Twierdzenie o szeregach uwikłanych - przypadek zbieżny	W2, U2, U3, K1
14.	Pojęcie funkcji analitycznej w punkcie	W5, U2, U4, K1
15.	Zasada identyczności dla funkcji analitycznych	W5, W6, U4, K1
16.	Twierdzenie o funkcjach uwikłanych i twierdzenie przygotowawcze dla funkcji analitycznych	W3, W4, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywne zdanie egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	obecność na wszystkich ćwiczeniach (za wyjątkiem co najwyżej dwóch - usprawiedliwionych)

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
W5	x	x
W6	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
U4	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Sterowanie stochastyczne w czasie dyskretnym

Nazwa przedmiotu Sterowanie stochastyczne w czasie dyskretnym			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Rachunek prawdopodobieństwa 1 (preferowane: Rachunek prawdopodobieństwa 2, Procesy stochastyczne)

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna zagadnienia, definicje, twierdzenia (z dowodami) wpisane w polu ``Treść Sylabusa''	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi podać definicje, twierdzenia (z dowodami), rozwiązywać zadania związane z badanymi zagadnieniami podanymi w polu ``Treść Sylabusa''	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Intuicyjne wprowadzenie do zasady indukcji wstecz (na podstawie problemu gracza) 2. Formalne postawienie problemu 3. Zasada Indukcji wstecz Bellmana 4. Szczególna postać funkcjona□□łu 5. Problem Inwestora (z potęgowa funkcją□□ użyteczności) 6. Problem Inwestora (z logarytmiczna□□ funkcją użyteczności) 7. Problem maksymalizacji końcowego kapita□□łu 8. Problem na skończonej przestrzeni stanów (przyk□□ład) 9. Problem śledzenia 10. Problem Markowitza - sprowadzenie do postaci standartowej 11. Problem sterowania w przypadku nieskończonego horyzontu czasowego 12. Problem inwestora w przypadku nieskończonego horyzontu czasowego 13. Problem liniowo-kwadratowy 14. Problem optymalnego stopowania 15. Twierdzenie o obwiedni Snella 16. Zastosowanie obwiedni Snella do wyceny obcji amerykańskiej 17. Porównanie podejść opartych na obwiedni Snella i równaniach Bellmana 18. Problem z ergodycznym funkcjona□□lem kosztów 19. Rwnania Bellmana–Howarda 20. Przypadek skończonej przestrzeni stanów	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Znajomość definicji i twierdzeń podanych w trakcie wykładu, umiejętność rozwiązywania zadań analizowanych w trakcie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena ze sprawdzianów, aktywny udział w ćwiczeniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Ekonometria II

Nazwa przedmiotu Ekonometria II			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Ekonometria II			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza ze statystyki matematycznej. Znajomość MsExcel

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna Klasyczny Model Normalnej Regresji Liniowej (KMNRL) i możliwe kierunki uogólnień	MKO_K2_W03
W2	zna Uogólniony Model Normalnej Regresji Liniowej (UMNRL) i estymację parametrów zgodnie z tw. Aitkena.	MKO_K2_W03
W3	zna Systemy Równań Pozornie Niezależnych (ang. Seemingly Unrelated Regression Equations, SURE) oraz estymator Zellnera jako szczególny przypadek estymatora Aitkena.	MKO_K2_W03
W4	zna Metodę Największej Wiarygodności w UMNRL i SURE	MKO_K2_W03
W5	zna postać skoncentrowanej funkcji wiarygodności w UMNRL i SURE	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi przeprowadzić układ założeń UMNRL z KMNRL poprzez transformację obserwacji.	MKO_K2_U01
U2	potrafi przedstawić model uogólnionej regresji w schemacie Gaussa i Markova	MKO_K2_U01
U3	potrafi zapisać system regresji i wskazać źródła zależności pomiędzy równaniami	MKO_K2_U01
U4	potrafi zapisać system SURE w układzie założeń UMNRL	MKO_K2_U01

U5	potrafi zapisać rozkład obserwacji dla UMNRL i SURE raz zapisać funkcję wiarygodności i wyprowadzić estymator MNW	MKO_K2_U01
U6	potrafi koncentrować funkcję wiarygodności w UMNRL i SURE	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	rozumie potrzebę formalizacji prób opisu zjawisk empirycznych	MKO_K2_K01
K2	potrafi odnaleźć błędy logiczne w proponowanym rozumowaniu	MKO_K2_K01
K3	stara się przedstawiać nowe modele ekonometryczne w układach założeń dotąd poznanych i przebadanych	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Klasyczny Model Regresji Liniowej	W1, U1, K1
2.	Uogólniony Model Regresji Liniowej, twierdzenie Aitkena	W2, U2, K1, K3
3.	Systemy równań pozornie niezależnych (ang. Seemingly Unrelated Regression Equations, SURE), estymacja metodą Zellnera	W3, U3, U4, K1, K2, K3
4.	Metoda Największej Wiarygodności w UMNRL	W4, U5, U6, K1, K2, K3
5.	Metoda Największej Wiarygodności w SURE	W4, W5, U6, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Na egzaminie ustnym studenci referują fragmenty wykładu
ćwiczenia	projekt	Ćwiczenia głównie odbywają się w pracowni komputerowej, gdzie studenci rozważają zagadnienia teoretyczne na wybranych przykładach analiz empirycznych. Studenci uzyskują zaliczenie na podstawie ocen wykonania samodzielnych obliczeń i analiz.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	40

uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	50

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 152
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	projekt
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
W5	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
U4	x	x
U5	x	x
U6	x	x
K1	x	x
K2	x	x
K3	x	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka ubezpieczeń na życie

Nazwa przedmiotu Matematyka ubezpieczeń na życie			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Rachunek prawdopodobieństwa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane zagadnienia matematyki ubezpieczeń na życie przedstawione w trakcie wykładu	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować poznane twierdzenia i zależności w rozwiązywaniu zadań z dziedziny matematyki ubezpieczeń na życie	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Modele demograficzne, hipotezy interpolacyjne, tablice trwania życia. 2. Ubezpieczenia na życie – model ciągły i dyskretny, związki rekurencyjne, funkcje komutacyjne dla ubezpieczeń. 3. Renty życiowe płatne w sposób ciągły i dyskretny, wzory rekurencyjne i funkcje komutacyjne dla rent. 4. Składki i rezerwy netto, zasada równoważności, wzór rekurencyjny dla rezerwy w modelu dyskretnym, twierdzenie Hattendorfa, równanie różniczkowe Thielego. 5. Składki i rezerwy brutto. 6. Ubezpieczenia grupowe. 7. Ubezpieczenia wieloopcyjne	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	30
Przygotowanie do sprawdzianów	28
przygotowanie do ćwiczeń	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie pisemne
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Applied Ordinary Differential Equations

Nazwa przedmiotu Applied Ordinary Differential Equations			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Applied Ordinary Differential Equations			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Standardowe wykłady z teorii równań różniczkowych zwyczajnych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	znajomość pewnych modeli matematycznych, w których występują równania różniczkowe zwyczajne	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	ścisłe stosowanie teorii równań różniczkowych zwyczajnych do zagadnień praktycznych	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wybrane zastosowania teorii równań różniczkowych zwyczajnych i układów dynamicznych do problemów mechaniki, biologii, elektrotechniki i ekonomii	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Positive assessment of the final exam
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Passing exercises prepared by the teaching assistant

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	60
przygotowanie do ćwiczeń	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Przetwarzanie i wizualizacja danych w SAS

Nazwa przedmiotu Przetwarzanie i wizualizacja danych w SAS			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstawowych technik programistycznych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe typy danych języka 4GL; procedury do graficznego prezentowania danych, oraz generowania raportów; procedury służące do agregacji danych	MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi importować, eksportować dane z i do tablic SAS-owych; programować w języku 4GL, używać pętli, instrukcji warunkowych; tworzyć raporty i prezentować graficznie dane	MKO_K2_U02, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi pracować w grupie przy realizacji wspólnego projektu; rozumie potrzebę samokształcenia oraz doskonalenia zawodowego; rozumie potrzebę krytycznego analizowania danych i programów	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Architektura systemu SAS, podstawowe moduły SAS/BASE, SAS/GRAPH, SAS/STAT), biblioteki i pliki systemowe. Podstawy języka 4GL: bloki DATA-Step i PROC-Step (wybrane procedury, m.in.: print, sort, contents, import, export, format). Importowanie i eksportowanie danych w różnych formatach w blokach DATA-Step oraz PROC-Step. Tworzenie własnych programów - język makr (SAS Marco Language), procedura fcmp. Język macierzowy (algebra liniowa) w SAS - procedura IML. Przetwarzanie danych - konwersja danych, transpozycja, łączenie, sortowanie zbiorów. Przetwarzanie danych przy użyciu komend w języku SQL. Procedury służące do agregacji danych: freq, means, univariate, update oraz modify. SAS Enterprise Guide - tworzenie projektów, przetwarzanie danych. Graficzna wizualizacja danych, generowanie raportów (procedury: plot, chart, gplot, sgplot, sgpanel, sgscatter, sgdesign, gchart, tabulate, report; system wyjścia ODS).	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, pozytywna ocena z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie	aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do zajęć	45
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	45
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Statystyka w badaniach edukacyjnych

Nazwa przedmiotu Statystyka w badaniach edukacyjnych			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

licencjat z matematyki, podstawy statystyki i dydaktyki ogólnej

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zastosowaniami statystyki w badaniach dydaktycznych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zrozumienie potrzeby prowadzenia pomiaru edukacyjnego i jego analizy za pomocą metod matematycznych do oceny efektów kształcenia	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	konstruowanie narzędzi do pomiaru efektów kształcenia	
U2	analiza efektów kształcenia za pomocą metod statystyki	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	umiejętność krytycznej analizy informacji	
K2	gotowość do formułowania obiektywnych opinii w oparciu o analizowane dane	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Teoretyczne aspekty pomiaru dydaktycznego.	W1, U1, K1
2.	Taksonomia celów nauczania.	W1, U1, K1
3.	Planowanie badania edukacyjnego.	W1, U1, K1
4.	Modele statystyczne stosowane w pomiarach dydaktycznych: 1PL, 2PL, 3PL i in.	W1, U1, U2, K1
5.	Pomiar łatwości/trudności zadania.	W1, U1, U2, K1
6.	Moc różnicująca.	W1, U1, U2, K1
7.	Rzetelność pomiaru dydaktycznego	W1, U1, U2, K1
8.	Przygotowanie pomiaru edukacyjnego i jego realizacja w określonej grupie uczniów lub studentów.	W1, U1, K1
9.	Analiza statystyczna pomiaru edukacyjnego.	W1, U1, U2, K1
10.	Prezentacja wyników analizy pomiaru edukacyjnego.	W1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, ćwiczenia laboratoryjne, udział w badaniach, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie ćwiczeń i pozytywna ocena z egzaminu ustnego, w trakcie którego uczestnik zajęć przedstawia wyniki analizy przeprowadzonego pomiaru dydaktycznego
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	regularny udział w zajęciach, przygotowanie badania i przeprowadzenie pomiaru dydaktycznego, analiza statystyczna pomiaru dydaktycznego i jego prezentacja

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do zajęć	50
przeprowadzenie badań empirycznych	8
analiza i przygotowanie danych	30

przygotowanie raportu	30
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
U2	x	x
K1	x	x
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Teoria liczb

Nazwa przedmiotu Teoria liczb			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry i analizy matematycznej.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami i twierdzeniami teorii liczb.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia i przykłady będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa; oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	samodzielnego formułowania pytań dotyczących własności liczb	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Pierwiastki prymitywne i zastosowania. Reszty kwadratowe, symbol Legendre'a, prawo wzajemności reszt kwadratowych i zastowania, symbol Jacobiego. Ułamki łańcuchowe i aproksymacje diofantyczne (tw. Lagrange'a, tw. Serreta, tw. Borela zastosowanie do rozwiązywania równania Pella). Reprezentacje liczb całkowitych jako sumy kwadratów. Funkcje addytywne i multiplikatywne, szeregi Dirichleta, iloczyny Eulera. Metody elementarne w teorii liczb pierwszych. Elementy teorii partycji (zastosowanie funkcji tworzących, twierdzenie o liczbach pięciokątnych, potrójny iloczyn Jacobiego i wnioski).	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie	aktywność na zajęciach oraz zaliczenie dwóch sprawdzianów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	70
Przygotowanie do sprawdzianów	20
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Geometryczna teoria nawigacji

Nazwa przedmiotu Geometryczna teoria nawigacji			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna, teoria równań różniczkowych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	geometrię Finslera	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	budować model matematyczny na bazie geometrii Finslera	MKO_K2_U03, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	przedstawienia swojego modelu specjalistom z innych dziedzin nauki	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	geometria finslera	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, dyskusja, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	120
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1		x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modelowanie ryzyka kredytowego

Nazwa przedmiotu Modelowanie ryzyka kredytowego			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 1, Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Modele matematyki finansowej, Procesy stochastyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	narzędzia, metody i modele matematyczne do analizy ryzyka kredytowego przedstawione w polu Treść sylabusa, student zna możliwości pakietu R w tym zakresie	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykorzystać w praktyce techniki i modele przedstawione w polu Treść sylabusa, również przy zastosowaniu pakietu R	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student jest wstępnie przygotowany do pracy zawodowej w zakresie analizy ryzyka kredytowego.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Modele scoringowe - model Altmana. 2. Pojęcie zdarzenia kredytowego, PD, LGD, strata portfela, mierzenie ryzyka portfela kredytowego. 3. Strukturalny model ryzyka kredytowego - model Mertona. 4. Modelowanie skorelowanych defaultów: Bernulli mixture model, funkcje copula. 5. Praktyczne modele ryzyka kredytowego: KMV(Global Correlation Model, EDF), Credit Metrics, Credit Risk +. 6. Modelowanie za pomocą funkcji hazardu (modele zredukowane). 7. Wycena obligacji, CDS, kredytowe instrumenty pochodne. 8. Współczynniki CVA, DVA, XVA.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Pozytywna sumaryczna ocena uwzględniająca również wyniki i zaangażowanie studenta na ćwiczeniach
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Ocena wystawiona na podstawie sprawdzianów, projektów i aktywnym uczestnictwie w zajęciach. Ilość i typ określa prowadzący ćwiczenia.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Obliczalność i złożoność

Nazwa przedmiotu Obliczalność i złożoność			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wstęp do teorii mnogości, Wstęp do informatyki

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Kurs stanowi wprowadzenie do teorii obliczeń, która jest istotnym elementem w pracy osoby projektującej algorytmy. Obok podstaw teoretycznych kurs buduje intuicje związane z podstawowymi problemami obliczalności i złożoności.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	* zna podstawy teorii obliczalności i złożoności obliczeniowej * zna podstawowe dla teorii obliczalności modele obliczeń (funkcje rekurencyjne, maszyna Turinga, maszyna Posta, rachunek lambda, układy równań, schematy blokowe) * zna podstawowe dla teorii złożoności modele obliczeń (maszyna Turinga, maszyna RAM, niedeterministyczna niedeterministyczna, maszyna alternująca, maszyna z wyrocznią, obwody logiczne) * rozumie zależności pomiędzy podstawowymi modelami obliczeń, potrafi je wykorzystywać zarówno dla oceny obliczalności problemu, jak i jego złożoności	MKO_K2_W01, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	* potrafi zanalizować prosty problem informatyczny, poczynając od jego precyzyjnego sformułowania, oceny obliczalności i ewentualnie złożoności * potrafi analizować pod kątem poprawności i złożoności obliczeniowej * potrafi pracować w grupie	MKO_K2_U01, MKO_K2_U05
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	* rozumie potrzebę precyzyjnego zapisywania i wyjaśniania rozumowań * stara się podchodzić krytycznie do prezentowanych rozumowań oraz ma świadomość konieczności wyjaśniania kolejnych kroków dowodów * potrafi definiować priorytety działań zarówno w pracy samodzielnej, jak i zespołowej * zdaje sobie sprawę z szybkiego postępu w różnych dziedzinach nauki i techniki * rozumie potrzebę uczciwości w podejmowanych działaniach w nauce, pracy zawodowej i życiu społecznym	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Funkcje pierwotnie rekurencyjnie, kodowanie płaszczyzny, klasa funkcji rekurencyjnych. 2. Twierdzenie o eliminacji rekursji prostej, arytmetyzacja, twierdzenie o rekursji z historią 3. Twierdzenie o postaci normalnej, funkcja Ackermanna, częściowe funkcje rekurencyjne. 4. Zbiory rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne, zastosowania metody przekątniowej. 5. Maszyna Posta, maszyna Turinga, modyfikacje, kodowanie. 6. Rozstrzygalność i częściowa rozstrzygalność problemów. Twierdzenie Rice'a. 7. Złożoność obliczeniowa algorytmów – definicja, notacja, porównania funkcji złożoności. 8. Twierdzenia o liniowym przyspieszaniu i kompresji pamięci, twierdzenie o hierarchii czasowej, funkcje konstruowalne czasowo i pamięciowo. 9. Twierdzenie o hierarchii pamięciowej, twierdzenie o luce, relacje pomiędzy klasami złożoności. 10. Redukcje i zupełność, problemy NP-zupełne, co-NP i problemy funkcyjne. 11. Obliczenia losowe, algorytmy aproksymacyjne, obliczenia równoległe. 12. Modele obliczeń na liczbach rzeczywistych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, gra dydaktyczna, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	uzyskanie co najmniej 50% sumy punktów z egzaminu, sprawdzianów, aktywności na wykładzie i ćwiczeniach
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów i aktywności na ćwiczeniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1

przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	10
przygotowanie do sprawdzianu	20
konsultacje	5
rozwiązywanie zadań	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 156
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Zaawansowana matematyka dyskretna

Nazwa przedmiotu Zaawansowana matematyka dyskretna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 7	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy (lub równoważne): Algebra liniowa z geometrią I/II, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka, Wstęp do matematyki dyskretnej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna i rozumie twierdzenia oraz algorytmy dotyczące kwadratów łacińskich i konfiguracji kombinatorycznych; zna przykłady wykorzystania tych obiektów w modelowaniu.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W2	zna i rozumie zaawansowane metody zliczania; zna przykłady ich wykorzystania.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W3	zna i rozumie elementy zaawansowanej teorii grafów; zna przykłady zastosowań hipergrafów w modelowaniu.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W4	podaje ze zrozumieniem dowody wybranych twierdzeń zaawansowanej matematyki dyskretnej.	MKO_K2_W02
W5	zna wybrane funkcje pakietu Mathematica dotyczące matematyki dyskretnej.	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi, stosując metody klasyczne, dowodzić twierdzeń i obalać hipotezy dotyczące zaawansowanej matematyki dyskretnej.	MKO_K2_U01
U2	przy użyciu samodzielnie napisanych programów oraz pakietu Mathematica potrafi rozwiązać wybrane problemy dotyczące zaawansowanej matematyki dyskretnej.	MKO_K2_U01

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	podchodzi ze stosowną rezerwą do opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający i poprawny uzasadnione.	MKO_K2_K02
K2	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie.	MKO_K2_K03
K3	jest świadom swojej roli w społeczeństwie i odpowiedzialności za dobro wspólne.	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Rozszerzanie prostokątów łacińskich, ortogonalność kwadratów łacińskich. Zastosowanie kwadratów łacińskich w modelowaniu. 2. Konfiguracje kombinatoryczne: podstawowe własności; twierdzenie Fishera. Konfiguracje symetryczne. Zastosowania konfiguracji w modelowaniu. 3. Skończone płaszczyzny afiniczne i rzutowe. 4. Działanie grupy na zbiorze a zliczanie: lemat Burnside'a i twierdzenie Poly'a. 5. Wykładnicze funkcje tworzące: podstawowe własności, zastosowania w równaniach rekurencyjnych. Formuła wykładnicza. 6. Oszacowania asymptotyczne ciągów. 7. Metody niekonstruktywne w teorii grafów: metoda probabilistyczna, własności prawie wszystkich grafów, funkcje progowe. 8. Wartości własne grafu i laplasjanu grafu: własności, zastosowania. 9. Podstawy teorii hipergrafów. Zastosowania hipergrafów w modelowaniu. 10. Wybrane funkcje pakietu Mathematica dotyczące matematyki dyskretnej.	W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Do egzaminu dopuszczeni są wszyscy studenci, którzy otrzymają pozytywną ocenę z ćwiczeń. Ocena końcowa z kursu wyznaczana jest w oparciu o ocenę z ćwiczeń oraz egzaminu. Szczegółowe warunki zaliczenia znajdują się na stronie przedmiotu w systemie Pegaz.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Student jest oceniany na podstawie punktów otrzymanych za zadania domowe oraz kolokwia. Szczegółowe warunki zaliczenia znajdują się na stronie przedmiotu w systemie Pegaz.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60

Przygotowanie do sprawdzianów	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 210
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	
W5		x
U1		x
U2		x
K1		x
K2	x	x
K3	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza danych statystycznych w systemie SAS

Nazwa przedmiotu Analiza danych statystycznych w systemie SAS			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony kurs Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka; znajomość klasycznych metod wnioskowania statystycznego; znajomość podstaw systemu SAS.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	procedury zawarte w module SAS/STAT (w zakresie objętym programem przedmiotu) oraz inne wybrane procedury i narzędzia systemu SAS, bezpośrednio związane z omawianymi zagadnieniami statystycznymi.	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykorzystać poznane procedury i narzędzia systemu SAS do realizacji wymaganych zadań z zakresu statystycznej analizy danych, a także poddawać otrzymane wyniki (krytycznej) analizie oraz wyciągać z nich stosowne wnioski.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	krytycznego analizowania danych (statystycznych) i programów.	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Moduł SAS/STAT - wprowadzenie. Opisowa analiza danych, grupowanie danych w szereg rozdzielczy (tablicę wielodzielczą), rangowanie danych, graficzna prezentacja danych (histogram, jądrowa estymacja gęstości, dystrybuanta empiryczna, ,,wykres pudełkowy'', ,,scatterplot''), numeryczne podsumowanie danych (miary tendencji centralnej, rozrzutu, asymetrii i korelacji); procedury format, means, univariate, freq, rank, corr, gplot, gchart, sgscatter, sqplot, kde. Generowanie liczb pseudolosowych (z różnych rozkładów); funkcje rand, normal, uniform, ranuni, rannor. Metoda ,,bootstrap''; procedura surveyselect. Metoda największej wiarogodności; procedura nlp (moduł SAS/OR). Estymacja przedziałowa, przedziały ufności dla wartości oczekiwanej i wariancji w rozkładzie normalnym, przedział ufności dla frakcji (elementów wyróżnionych) w rozkładzie Bernoullego; procedury univariate, ttest, freq, surveyfreq. Testowanie hipotez o wartości oczekiwanej i wariancji w rozkładzie normalnym oraz hipotez o równości średnich (test t); procedury univariate, ttest. Testowanie hipotez o frakcji (elementów wyróżnionych) w rozkładzie Bernoullego; procedura freq. Testy istotności dla współczynników korelacji; procedura corr. Testy chi^2 (zgodności i niezależności) dla rozkładów cech w skali nominalnej; procedura freq. Nieparametryczne testy równości rozkładów dla prób niezależnych: normalności rozkładu (,,Q-Q plot'', Shapiro-Wilka), Kołmogorowa-Smirnova, Manna-Witney'a; procedury univariate, ttest, npar1way. Nieparametryczne testy równości rozkładów dla prób zależnych: znaków, Wilcoxona, McNemary; procedury univariate, freq. Analiza wariancji (jednoczynnikowa i wieloczynnikowa), test Kruskala-Wallisa; procedury: anova, glm, npar1way. Moc testu statystycznego vs liczebność próby; procedura power. Klastrowanie danych (hierarchiczne, metodą k-średnich); procedury cluster, tree, fastclus. SAS Enterprise Miner - wprowadzenie, tworzenie źródła danych, projektowanie diagramu, przykład zastosowania w zagadnieniu klastrowania. Wielowątkowość w systemie SAS, przykłady zastosowania procedur High-Performance w trybie single-machine.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Pozytywny wynik egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Aktywny udział w zajęciach (samodzielne rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem poznanych procedur).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie do egzaminu	24
konsultacje	4

uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Kodowanie informacji

Nazwa przedmiotu Kodowanie informacji			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zdanie egzaminu z kursów Analiza matematyczna, Programowanie, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z teoretycznymi i praktycznymi aspektami kodowania informacji.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student posiada pogłębioną wiedzę w zakresie teorii kodowania i informacji, zna twierdzenia Shannona o limicie bezstratnej kompresji oraz kodowaniu w kanałach informacyjnych, zna zaawansowane techniki analizy charakterystyczne dla kompresji danych i innych zastosowań teorii kodowania, ma pogłębioną wiedzę o algorytmach i strukturach danych w rozwiązywaniu problemów z kodowania informacji.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	student ma pogłębioną umiejętność stosowania wiedzy matematycznej do formułowania, analizowania i rozwiązywania zadań związanych z teorią informacji i kodowania, posiada pogłębioną umiejętność analizy problemów informatycznych w tematyce kodowania informacji, poczynając od precyzyjnego sformułowania problemu, oceny trudności, poprzez specyfikację, wskazanie różnych rozwiązań i ich ocenę, aż po szczegóły realizacji, posiada umiejętność stosowania zaawansowanych narzędzi i technologii w problemach związanych z kodowaniem informacji, potrafi dobrać efektywne algorytmy i struktury danych do projektowania rozwiązań dla problemów kodowania informacji.	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych, rozumie potrzebę ustawicznego poszerzania swojej wiedzy, w tym systematycznego zapoznawania się z nowymi publikacjami z zakresu teorii informacji i kodowania, a także dokumentacją nowych produktów.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Przedmiot dotyczy teoretycznych i praktycznych aspektów kodowania informacji, w szczególności kompresji danych, korekcji błędów oraz kodowań dla nietypowych sytuacji. Zostaną poruszone następujące tematy: 1. Podstawy warstwy fizycznej, szczególnie OFDMA 2. Entropia Shannona, metody kodowania obiektów kombinatorycznych 3. Kodowanie entropijne - kody prefiksowe oraz metody dokładne 4. Techniki modelowania statystycznego w kompresji 5. Techniki kompresji tekstu, szczególnie Lempel-Ziv, BWT 6. Różne aspekty kwantyzacji dla kompresji stratnej, rate distortion 7. Transformacje i predykcje używane w kompresji danych 8. Kompresja obrazu i podstaw kompresji wideo 9. Metody uczenia maszynowego, m.in. autoenkoder do kompresja obrazu 10. Typy kanałów informacyjnych i obliczanie ich pojemności 11. Kody blokowe, Reeda-Salomona, fontannowe 12. Kody splotowe, dekodowanie sekwencyjne 13. LDPC, Turbo codes, dekodowanie iteracyjne 14. Steganografia/watermarking, problem Kuznetsova-Tsybakova	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30

przygotowanie do egzaminu	30
rozwiązywanie zadań problemowych	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1		x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Computational Algebraic Group Theory

Nazwa przedmiotu Computational Algebraic Group Theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Computational Algebraic Group Theory			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30		**Liczba punktów ECTS** 2	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student knows and understands notions of algebraic geometry needed in computational algebraic group theory i.e. affine and projective varieties and effective tools from computational algebra as presented in references to the subject. Student knows basic properties of algebraic groups and their historical evolution from Galois theories to the modern aspects of the theory of abstract algebraic groups.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W05
W2	student knows and understands algorithms which appear in the polynomial and differential Galois theory	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student can effectively determine algebraic groups in various applications of polynomial and differential Galois theories	MKO_K2_U01, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student is aware of the need to improve his knowledge and to adapt his skills to the changes taking place in the future	MKO_K2_K01
K2	student is ready for independent reasoning and critical approaches to his results, and in the case of doubts is able to consult the lecturer	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Needed concepts of algebraic geometry. 2. Introduction and historical backround of algebraic groups. 3. Connected algebrai groups and homogeneous spaces. 4. Applications to polynomial Galois theory. 5. Lie algebras of algebraic groups. 6. Solvable algebraic groups. 7. Correspondence between algebraic groups and Lie algebras. 8. Computational aspects of differential Galois theory. 9. Applications to the study of polynomial automorphisms. 10. Algorithmic applications of algebraic groups to integrable systems.	W1, W2, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Student receives the exam grade based on three questions from the topic of the lecture

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do egzaminu	20
przeprowadzenie badań literaturowych	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 60
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	egzamin ustny
W1	x
W2	x
U1	x
K1	x
K2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modelowanie obiektowe

Nazwa przedmiotu Modelowanie obiektowe			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	studen zna i rozumiee architekture systemów komputerowych, systemów operacyjnych, technologii sieciowych, baz danych, inżynierii oprogramowania	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	samodzielnie zanalizować prosty problem informatyczny, poczynając od jego precyzyjnego sformułowania i oceny złożoności, poprzez specyfikacje, wskazanie różnych rozwiązań, ocena rozwiązań, aż po szczegóły realizacji	MKO_K2_U02
U2	projektuowac oprogramowanie zgodnie z metodyką obiektową	MKO_K2_U02
U3	stworzyć model obiektowy prostego systemu	MKO_K2_U02
U4	, zgodnie z zadaną specyfikacją, zaprojektować oraz zrealizować prosty system informatyczny, używając właściwych metod, technik i narzędz	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student jest gotow do tego, aby nieustannie adaptować swoją wiedzę i praktyczne umiejętności do zmian zachodzących w informatyce; rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wprowadzenie do modelowania obiektowego - pojęcia podstawowe	W1

2.	Modelowania w języku UML - klasy, związki miedzy nimi, diagramy klas	W1, U1, U2, U3, U4
3.	Modelowania w języku UML - interfejsy, typy, role	W1, U1, U2, U3, U4
4.	Modelowania w języku UML - diagramy obiektów, diagramy przypadków użycia, diagramy interakcji, diagramy czynności	W1, U1, U2, U3, U4
5.	Modelowania w języku UML - zdarzenia i sygnały, maszyny stanowe, diagramy stanów	W1, U1, U2, U3, U4
6.	Modelowania w języku UML - komponenty, wdrożenia	W1, U1, U2, U3, U4
7.	Dpbre praktyki modelowania obiektowego	K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	uzyskanie wiecej niz 50% punktow z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, projekt	oddanie projektu, zaliczneie kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	45
przygotowanie pracy dyplomowej	15
przygotowanie do egzaminu	15
przygotowanie do sprawdzianu	15

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę	projekt
W1	x		
U1		x	
U2		x	
U3		x	
U4		x	
K1		x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Równania różniczkowe cząstkowe I

Nazwa przedmiotu Równania różniczkowe cząstkowe I			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza matematyczna, Równania różniczkowe zwyczajne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wyniki dotyczące równań cząstkowych przedstawione w treści wykładu.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podać przykłady zagadnień początkowych i brzegowo-początkowych dla wybranych równań cząstkowych. Potrafi podać i uzasadnić podstawowe własności ich rozwiązań. Potrafi zaimplementować proste metody numeryczne do ich rozwiązywania.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	dalszej nauki zagadnień związanych z równaniami cząstkowymi fizyki matematycznej.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Równanie ciepła. Metoda energetyczna dla równania ciepła. 2. Równanie falowe. Metoda energetyczna dla równania falowego. 3. Metoda oszacowań a priori i jednoznaczność i ciągłą zależność od danych dla równania liniowego. 4. Jednoznaczność dla równania falowego. 5. Wzór d'Alemberta. 6. Własność wartości średniej dla funkcji harmonicznych. 7. Mocna zasada maksimum dla funkcji harmonicznych. 8. Analityczność funkcji harmonicznych. 9. Nierówność Harnacka. 10. Słaba zasada maksimum dla równania paraboliocznego na zbiorach ogranicznonych. 11. Słaba zasada maksimum dla równania parabolicznego w R^n. 12. Lemat Laxa-Milgrama 13. Słabe pochodne, Przestrzeń Sobolewa H^1 i jej podstawowe własności. 14. Zastosowanie Lematu Laxa Milgrama do istnienia słabego rozwiązania dla równania eliptycznego, 15. Zbieżność metody Galerkina. Lemat Cea.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	pozytywny wynik ćwiczeń oraz egzaminu pisemnego i ustnego
ćwiczenia	zaliczenie	pozytywna ocena dwóch kolokwiów, aktywność przy tablicy, zadania programistyczne

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x	
U1			x
K1			x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Dynamika symboliczna i kody

Nazwa przedmiotu Dynamika symboliczna i kody			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	definicje i twierdzenia (wraz z dowodami) podane na wykładzie	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	korzystać z pojęć i tweirdzeń podanych na wykładzie	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Celem kursu jest wprowadzenie do dynamiki symbolicznej. W wielu działach matematyki oraz licznych zastosowaniach przedstawiamy informacje (kodujemy ją) w postaci ciągów symboli wybranych z pewnego alfabetu (skończonego zbioru symboli). Przykładem jest digitalizacja czyli zapisywanie informacji w postaci ciągu zer i jedynek. Dynamika symboliczna to dział matematyki, który zajmuje się ścisłym opisem tego procesu. W trakcie wykładu przedstawimy podstawowe pojęcia i wyniki dynamiki symbolicznej oraz omówimy jej związki z teoria kodów, teorią informacji, procesami stochastycznymi oraz teorią układów dynamicznych.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie do ćwiczeń	90
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Projekt programistyczny

Nazwa przedmiotu Projekt programistyczny			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 60		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania, dobre przygotowanie matematyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada pogłębioną wiedzę z zakresu realizacji projektów informatycznych wymagających dobrej znajomości zaawansowanej problematyki teoretycznej z wybranych działów matematyki	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi realizować projekty informatyczne wymagające dobrej znajomości zaawansowanej problematyki teoretycznej z wybranych działów matematyki	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	gotów do uczestnictwa w projektach informatycznych wymagających samodzielnego określenia harmonogramu zadań i strategii ich weryfikacji oraz poszanowania własności intelektualnej	MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Wybór tematu projektu wymagającego zastosowania zaawansowanej wiedzy z wybranych działów matematyki; 2. Prace analityczno-projektowe oraz stworzenie harmonogramu projektu; 3. Implementacja i testy; 4. Prezentacja wypracowanego rozwiązania.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, dyskusja, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	projekt	pozytywna ocena za projekt

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
laboratoria	60
przygotowanie projektu	120
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	projekt
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Ochrona własności intelektualnej

Nazwa przedmiotu Ochrona własności intelektualnej			
Klasyfikacja ISCED 0421 Prawo		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 5		**Liczba punktów ECTS** 1	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Nauki prawne	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studenta z podstawowymi pojęciami z zakresu ochrony własności intelektualnej w środowisku cyfrowym; zapoznanie studenta z nowymi kategoriami utworów; zapoznanie studenta z ochroną programów komputerowych oraz baz danych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zasady eksploatacji następujących dóbr niematerialnych: utwory muzyczne, utwory audiowizualne, programy komputerowe, gry komputerowe, fonogramy oraz elektroniczne bazy danych.	MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wskazać przykłady naruszeń praw autorskich w środowisku cyfrowym.	MKO_K2_U06
U2	interpretować proste umowy prawnoautorskie.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	prowadzenia działalności gospodarczej, zawodowej oraz społecznej opartej na eksploatacji utworów.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	W ramach przedmiotu analizowane są zagadnienia dotyczące eksploatacji utworów w środowisku cyfrowym, a istotna część wykładu poświęcona jest problematyce naruszeń praw autorskich w Internecie. Omawiane są również regulacje dotyczące ochrony programów komputerowych oraz zasady redagowania oraz interpretowania umów licencyjnych na korzystanie z utworów (m.in. licencji open source oraz creative commons).	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Uczestnictwo w wykładzie

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	5
przygotowanie do zajęć	25
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 30
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 5

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
U1	x
U2	x
K1	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wprowadzenie do kognitywistyki

Nazwa przedmiotu Wprowadzenie do kognitywistyki			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna miejsce kognitywistyki wśród innych nauk; rozumie rolę języka jako narzędzia i procesu poznawczego; zna wiodące architektury kognitywne i inne narzędzia informatyczne służące do modelowania procesów poznawczych	MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi opisywać umysł jako system poznawczy; potrafi opisywać procesy poznawcze w kategoriach modeli obliczeniowych	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Czym jest kognitywistyka? 2. Mózg i umysł 3. Neuropsychologia 4. Lingwistyka kognitywna 5. Inteligencja obliczeniowa 6. Reprezentacja wiedzy 7. Modele probabilistyczne 8. Inne modele	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student uzyskuje punkty za rozwiązywanie problemów w trakcie zajęć laboratoryjnych, referaty i egzamin. Warunkiem zaliczenia modułu jest uzyskanie co najmniej połowy możliwej sumy punktów. Student otrzymuje ocenę końcową z modułu na podstawie sumy wymienionych wyżej punktów.
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie referatu	60
przygotowanie do egzaminu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modelowanie matematyczne

Nazwa przedmiotu Modelowanie matematyczne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	metodologię modelowania matematycznego,	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	w ramach współpracy z innymi osobami w zespole, przeanalizować zjawisko i stworzyć dla niego model	MKO_K2_U03, MKO_K2_U05

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Metodologia modelowania. Przykładowe modele z różnych dziedzin życia i nauki. Praca nad projektami.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, projekt, raport, prezentacja	raport i prezentacja wyników projektu, prezentacja modelu z literatury
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę, projekt, raport, prezentacja	raport i prezentacja wyników projektu, prezentacja modelu z literatury

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	60
przygotowanie referatu	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	zaliczenie na ocenę	projekt	raport	prezentacja
W1	x	x	x	x
U1	x	x	x	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Effective and modern C++ programming

Nazwa przedmiotu Effective and modern C++ programming			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Effective and modern C++ programming			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 45		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Nowe konstrucje wprowadzone w standardach C++ 11/14/17 uczyniły z C++ całkowicie nowym językiem programowania bazującym na starym C++. Aby dzisiaj efektywnie programować w C++ te nowe techniki są bardzo istotne. Kurs jest zaprojektowany aby nauczyć studentów zaawansowanych i nowoczesnych konstrukcji C++, dobrego stylu i technik programowania. Jest ukierunkowany na praktyczne umiejętności programistyczne i efektywność implementacji.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna nowoczesne i zaawansowane konstrukcje języka C++, zasady i techniki dobrego stylu programistycznego.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi rozwiązywać zaawansowane problemy używając nowoczesnych konstrukcji C++.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U07
U2	can write effective C++ code.	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej; postępuje etycznie	MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Przegląd elementów języka C++ 11/14/17: uniform initialization, initializer lists, string literals, auto, nullptr, range based loops, scoped enumerations, noexcept, decltype, constexpr. 2. Nowoczesne projektowanie klas initializer-list constructors, delegating constructors, rvalue references, copy and move semantics, default and deleted functions, operators overloading. 3. Obsługa wyjątków. 4. Inteligentne wskaźniki. 5. Obiekty funkcyjne i wyrażenia lambda. 6. Programowanie generyczne metaprogramming, template inheritance, variadic templates. 7. Wzorce projektowe w C++ type traits, policy-based design, typelists, effective design patterns implementations in C++. 8. Nowoczesna biblioteka C++: ◦ Pojemniki STL ◦ Algorytmy STL 9. Optymalizacja wydajności C++ profiler, debugger, instrumentacja kodu, cache and branch prediction. 10. Wątki i Współbieżność.	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, projekt, zadania programistyczne	The course grade will be based on programming assignments, in class programming tests, a student own project and an exam.
ćwiczenia	projekt, zadania programistyczne	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	45
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	90
przygotowanie do egzaminu	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	projekt	zadania programistyczne
W1	x	x	x
U1	x	x	x
U2		x	x
K1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wybrane zagadnienia analizy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej

Nazwa przedmiotu Wybrane zagadnienia analizy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenia przedmiotu "Analiza matematyczna 4" lub równoważnego

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane zaawansowane zagadnienia z analizy jednej zmiennej	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozwiązywać zadania dotyczące analizy jednej zmiennej rzeczywistej	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	nazwania z imienia i nazwiska osób uczęszczających na ćwiczenia w tej samej grupie, co on	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Na zajęciach z analizy matematycznej na I i II roku studiów program obejmuje podstawowy i bardzo ważny materiał dotyczący funkcji jednej zmiennej, a następnie studenci zapoznają się z analizą w bardziej ogólnych przestrzeniach. Tymczasem analiza funkcji jednej zmiennej rzeczywistej obejmuje kolejne, nad wyraz ciekawe zagadnienia, na które w klasycznym kursie po prostu nie ma czasu, a również nie są one być może aż tak ważnym elementem podstawowego materiału realizowanego na studiach – niemniej są one niezwykle interesujące i warto się z nimi zapoznać. O nich właśnie, a zwłaszcza tych związanych z ciągłością i różniczkowalnością, będzie na wykładzie mowa. Wybrane zagadnienia szczegółowe: Twierdzenia o przyjmowaniu wartości pośrednich. Twierdzenia o punkcie stałym. Iteracje funkcji ciągłych. „Typowość" nieróżniczkowalności w rodzinie funkcji ciągłych. Zastosowanie twierdzenia o własności Darboux dla pochodnej. Wybrane własności topologiczne. Wybrane oryginalne przykłady funkcji jednej zmiennej. Przydatne przedstawienia pewnych funkcji za pomocą innych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	egzamin
ćwiczenia	zaliczenie	aktywność i udział w ćwiczeniach, napisanie sprawdzianu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	50
przygotowanie do ćwiczeń	35
przygotowanie do sprawdzianu	15
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 161
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Kombinatoryka struktur porządkowych

Nazwa przedmiotu Kombinatoryka struktur porządkowych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursu --Matematyka dyskretna--.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie wymiaru częściowych porządków. Zna klasyczne przykłady rodzin posetów o nieograniczonym wymiarze. Zna ograniczenia na wymiar względem innych parametrów takich jak szerokość, wysokość, wielkość największego standardowego przykładu. Zna najlepsze znane ograniczenia na wymiar dla ważnych klas posetów: planarne, z zabronionym minorem, itp.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	student zna etykietowania Schnydera triangulacji, 3-orientacje triangulacji, 2-orientacje kwadrangulacji oraz inne bijektywnie powiązane struktury na maksymalnych grafach planarnych. Student potrafi wykorzystać te narzędzia aby ograniczyć wymiar posetów incydencji grafów planarnych (Twierdzenie Schnydera i powiązane).	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W3	student orientuje się w możliwościach konstrukcji algorytmów on-line: co jest możliwe do zrobienia efektywnie w modelu podawania wejścia on-line i co nie jest tam możliwe. Student potrafi zrekonstruować algorytmy on-line dla kilku klasycznych problemów na grafach i posetach wraz z analizą ich efektywności.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W4	student umie i rozumie w jaki sposób pojawiają się zbiory częściowo uprządkowane w rozważaniach geometrycznych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	zaprojektować algorytm on-line kolorujący (lub rozwiązujący inne kombinatoryczne zadanie) wierzchołki grafu, posetu czy zbliżonej struktury. Potrafi oszacować oszacować efektywność skonstruowanego algorytmu podając ograniczenie dolne (strategi dla Psuja) i ograniczenie górne (najczęściej utrzymując pewne niezmiennikiki podczas działania algorytmu).	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02
U2	powiązać pojęcie wymiaru częściowego porządku z innymi parametrami opisującymi złożoność kombinatoryczną i algorymiczną częściowych porządków.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1-2. Trzy definicje wymiaru posetów. Przykłady posetów o dużym wymiarze: * standardowe przykłady, * posety incydencji, * posety sąsiedztwa, *porządki przedzałowe. Charakteryzacja porządków przedziałowych jako (2+2)-free. dim <= width. 3-4. Twierdzenie Schnydera, etykietowania Schnydera Twierdzenie Brightwella-Trottera i dowód Felsnera, 5. Ograniczenie wymiaru dla posetów z zewnętrznie planarnym grafem pokryć. Przykłady Kelly'ego. Wypowiedzi twierdzeń ograniczających wymiar posetów "planarnych" w terminach wysokości. Wwprowadzenie do uogólnionych liczb kolorujących. 6. Uogólnione liczby kolorujące. Dwa przykłady ich zastosowań: * "exact-distance colorings", * wymiar posetów. 7. Wielomianowe ograniczenie na wymiar posetów o planarnych grafach pokryć w terminach ich wysokości (i wielkości największego standardowego przykładu). Lemat wykorzystujący liczby kolorujące. 8. Wymiar Boolowski 9-11. Algorytmy on-line. First-Fit. Column construction method. 12 . Rozmiar największego podposetu dwudzielnego z pełną lub pustą relacją na podstawie: J. Fox, A Bipartite Analogue of Dilworth’s Theorem [pdf] 13. Grafy przecięć i rozłączności geometrycznych obiektów na płaszczyźnie Przegląd o chi-ograniczonych klasach grafów: A. Scott, P. Seympur, A survey of chi-boundedness. Grafy przecięć odcinków na płaszczyźnie. ... i innych obiektów wciąż przy pomocy konstrukcji Burlinga: A. Pawlik i inni, Triangle-free geometric intersection graphs with large chromatic number 14. Grafy rozłączności rodzin krzywych na podstawie J. Pach, I. Tomon, On the chromatic number of disjointness graphs of curves.	W1, W2, W3, W4, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	W trakcie kursu można zdobyć 100 punktów, przy czym: * na każdym z dwóch kolokwiów można zdobyć 33 punktów * za aktywność podczas ćwiczeń można zdobyć 34 punktów Studenci podczas wypełniania listy obecności deklarują możliwość rozwiązania konkretnych zadań z zestawu obowiązującego na danych zajęciach. Aktywność studenta podczas zajęć oceniana jest na podstawie deklaracji i prezentacji rozwiązanych zadań w skali od 0,0 do 3,0 punktu. Oceny z ćwiczeń wystawiane będą względem następujących progów: Oceny z ćwiczeń wystawiane będą względem następujących progów: 5,0 -- (90,100] 4,5 -- (80,90] 4,0 -- (70,80] 3,5 -- (60,70] 3,0 -- (50,60] 2,0 -- (25,50] NZAL -- [0,25] Studenci, którzy ukończą ćwiczenia z oceną 2,0 będą mieli jedną możliwość poprawienia oceny w sesji poprawkowej poprzez napisanie kolokwium z całości materiału. Ewentualne zaliczenie ćwiczeń w tym trybie będzie z oceną 3,0. Wszyscy studenci, którzy otrzymali zaliczenie z ćwiczeń (tj. ocenę przynajmniej 3,0) przystąpią do egzaminu końcowego w formie ustnej. Jeśli student otrzymał co najmniej 3,0 z ćwiczeń i egzaminu to jego ocena końcowa jest średnią arytmetyczną tych dwóch ocen zaokrągloną do góry do najbliższej oceny. W pozostałych przypadkach student otrzymuje ocenę 2,0 lub NZAL.
ćwiczenia	zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
U1	x	x
U2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Sieci komputerowe

Nazwa przedmiotu Sieci komputerowe			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student po zakończeniu kursu zna architektury sieci komputerowych, wie jakie procesy zachodzą między komunikującymi się przez sieć komputerami, zna zasady działania podstawowych urządzeń tworzących sieci komputerowe, zna popularne technologie sieciowe a także najważniejsze protokoły komunikacyjne i protokoły trasowania.	MKO_K2_W01
W2	student po zakończeniu kursu zna podstawowe zagadnienia związane z bezpieczeństwem sieci komputerowych, w tym podstawowe zasady działania bezpiecznych protokołów, wie jakie są podstawowe sposoby szyfrowania, wie co to jest i jak działa podpis cyfrowy, a także jak działają zapory sieciowe.	MKO_K2_W01
W3	student po zakończeniu kursu wie jak tworzyć proste aplikacje komunikujące się przez sieć komputerową.	MKO_K2_W01
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student po zakończeniu kursu potrafi analizować i konfigurować proste sieci komputerowe, w tym umie wykorzystać wiedzę na temat adresowania IP, protokołów trasowania i działania przełączników oraz ruterów.	MKO_K2_U02
U2	student po zakończeniu kursu potrafi wykorzystać wiedzę na temat bezpieczeństwa sieci komputerowych do oceny zagrożeń w sieci a także do zaproponowania odpowiednich standardowych mechanizmów i technologii w celu zabezpieczenia komunikacji (przesyłanych pakietów) oraz zabezpieczenia urządzeń w sieci.	MKO_K2_U02
U3	student po zakończeniu kursu potrafi pisać proste aplikacje komunikujące się przez sieć komputerową.	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	student po zakończeniu kursu jest gotów do dyskusji na temat społecznych aspektów związanych z technologiami sieciowymi, na przykład dotyczących bezpieczeństwa w sieci.	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wprowadzenie. Typy sieci komputerowych, charakterystyka elementów składowych. 2. Opis podstawowych procesów zachodzących podczas komunikacji procesów z wykorzystaniem sieci Ethernet/IP. Protokół ARP. 3. Model ISO OSI. Model TCP/IP. 4. Protokół IPv4. Zasady adresacji IPv4. DNS. 5. Protokoły warstwy transportowej (TCP, UDP). 6. Protokół ICMP, protokoły warstwy aplikacji. 7. Podstawowe zasady tworzenia aplikacji komunikujących się przez sieć z wykorzystaniem interfejsu gniazd oraz TCP/IP. 8. Podstawy trasowania statycznego i dynamicznego, charakterystyka protokołów wektora odległości, protokoły RIP i EIGRP. Charakterystyka protokółów stanu łącza, protokół OSPF. Podstawy protokołu BGP. 9. Transmisja grupowa, protokół IGMP. 10. Działanie przełączników, redundantne sieci w warstwie drugiej. Protokół STP i nowsze. Przełączniki warstwy trzeciej. Wirtualne sieci lokalne (VLAN) 11. Podstawy bezpieczeństwa w sieciach komputerowych. Zagrożenia. Zapory sieciowe. Szyfrowanie i podpis cyfrowy, certyfikaty. Bezpieczne protokoły. Wirtualne sieci prywatne (VPN). 12. IPv6. 13. Sieci bezprzewodowe. 14. Podstawowe informacje na temat sieci rozległych.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę	W trakcie zajęć studenci zdobywają punkty w skali 0-100. Liczba punktów decyduje o ocenie końcowej, do uzyskania oceny pozytywnej należy zdobyć co najmniej 50 punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przygotowanie do zajęć	40
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 80
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
W3	x
U1	x
U2	x
U3	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Systemy rozproszone

Nazwa przedmiotu Systemy rozproszone			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	ma wiedzę w zakresie podstaw systemów rozproszonych (modeli, cech, topologii, typów systemów operacyjnych)	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	zna ograniczenia wynikające z rozporoszenia obliczeń	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	ma więdzę na temat synchronizacji rozproszonej, konsensusu, algorytmów rozproszonych; potrafi rozwiązywać problemy powstałe przez rozproszenie obliczeń	MKO_K2_U02
U2	potrafi tworzyć programy działające w środowisku rozproszonym	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Opis systemów rozproszonych oraz problemów z nimi związanych, takich jak spójność, niezawodność, komunikacja.	W1, W2, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę	Student otrzymuje ocenę końcowa na podstawie punktów przyznawanych za poprawne zakodowanie zadań.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Student otrzymuje ocenę końcowa na podstawie punktów przyznawanych za poprawne zakodowanie zadań.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	120
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
W2	x
U1	x
U2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Sztuczna inteligencja - podejście współczesne

Nazwa przedmiotu Sztuczna inteligencja - podejście współczesne			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

umiejętność programowania w języku Python

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawowe pojęcia i modele uczenia maszynowego, uczenia ze wzmocnieniem, problemów spełniania więzów oraz reprezentacji wiedzy	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi dobrać i zaprogramować odpowiednie metody oraz algorytmy rozwiązujące typowe problemy rozpatrywane w sztucznej inteligencji	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	rozumie matematyczne, informatyczne i społeczne aspekty sztucznej inteligencji	MKO_K2_K01, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Podstawowe algorytmy i modele uczenia maszynowego. 2. Sieci neuronowe. 3. Teoria uczenia maszynowego. 4. Zaawansowane architektury sieci neuronowych. 5. Skończone systemy decyzyjne Markowa i uczenie ze wzmocnieniem. 6. Algorytmy programowania dynamicznego oraz metody Monte Carlo dla uczenia ze wzmocnieniem. 7. Algorytmu TD oraz Bootstrap w uczeniu ze wzmocnieniem. 8. Gry dwuosobowe. 9. Problemy spełniania więzów. 10. Reprezentacja wiedzy: logika w sztucznej inteligencji.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
laboratoria	zaliczenie na ocenę	implementacja w Pythonie przedstawianych na wykładzie algorytmów oraz metod sztucznej inteligencji

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
rozwiązywanie zadań	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Zaawansowana organizacja komputerów

Nazwa przedmiotu Zaawansowana organizacja komputerów			
Klasyfikacja ISCED 0714 Elektronika i automatyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu "Organizacja i architektura komputerów"

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami zawansowanej organizacji komputerów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane zagadnienia dotyczące zaawansowanej organizacji komputerów.	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	przeanalizować wybrane publikacje naukowe z zakresu organizacji komputerów, przedstawić w zrozumiały sposób wyniki w nich zawarte, a także poprowadzić dyskusję z nimi związaną.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	efektywnego wykorzystania wiedzy dotyczącej zaawansowanej organizacji komputerów.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Arytmetyka komputerowa. Przetwarzanie potokowe. Komputery wieloprocesorowe. Procesory wektorowe. Organizacja i hierarchia pamięci. Urządzenia wejścia-wyjścia i komunikacja.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
seminarium	30
przeprowadzenie badań literaturowych	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	15
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 75
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	prezentacja
W1	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza obrazów medycznych

Nazwa przedmiotu Analiza obrazów medycznych			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania w dowolnym języku; znajomość algorytmicznych podstaw informatyki; znajomość podstaw przetwarzania obrazów.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najnowszymi osiągnięciami w analizę obrazów medycznych i biologicznych. Studenci zapoznają się z urządzeniami wykonującymi zdjęcia medyczne, a także dowiedzą jak działają i jakie wymagania stawiane są algorytmom analizy takich zdjęć. Studenci wykonają implementację własnego algorytmu w wybranym języku programowania (np. C++, Java, Python)/ Praca jest samodzielna, studenci zachęcani są do proponowania własnych modyfikacji istniejących rozwiązań, a także własnych pomysłów analizy zdjęć.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student posiada pogłębioną wiedzę w zastosowań systemów automatycznej analizy zdjęć medycznych w projektowaniu i działaniu systemów telemedycznych.	MKO_K2_W03
W2	student ma pogłębioną wiedzę o algorytmach i strukturach danych wykorzystywanych w systemach biometrycznych.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	skonstruować i przedstawić rozumowanie opisujące zasady działania systemu analizy zdjęć medycznych ze strony matematycznej z uwzględnieniem analizy jego niezawodności.	MKO_K2_U04
U2	samodzielnie rozwiązać problemy pojawiające się na każdym etapie projektowania i działania systemu.	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych zwłaszcza w kontekście szybko rozwijających się systemów bezpieczeństwa.	MKO_K2_K02
K2	student jest świadom etycznych, prawnych i społecznych aspektów wykorzystania wykorzystania danych wrażliwych.	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Ramowy plan zajęć: 1. Akwizycja obrazów medycznych a. techniki rentgenowskie, b. tomografia komputerowa, c. rezonans magnetyczny, d. metody radioizotopowe, e. termowizja, f. ultrasonografia, g. mikroskopia. 2. Podstawowe metody przetwarzania obrazów medycznych. 3. Metody klasyfikacji obrazów. 4. Hurtownie danych. 5. Zadania związane z analizą obrazów i metody oraz algorytmy automatycznej ilościowej i jakościowej analizy obrazów medycznych 6. Metody i techniki rozpoznawania obrazów. 7. Sztuczna inteligencja w analizie obrazów medycznych. 8. Kwestie prawne.	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Ocena końcowa z kursu jest wystawiana na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń oraz wyniku egzaminu, każdy składnik liczny jest z wagą 50%. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie łącznie 50% możliwych do zdobycia punktów.
laboratoria	projekt	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie projektów programistycznych oraz zadań wykonywanych w trakcie laboratoriów. Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie łącznie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30

uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie projektu	45
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1	x	x
W2	x	x
U1	x	x
U2	x	
K1	x	
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Applied deep learning

Nazwa przedmiotu Applied deep learning			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Applied deep learning			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	- najnowsze metody uczenia sieci neuronowych - rożne architektury sieci neuronowych i ich zastosowanie - najnowsze trendy i kierunki rozwoju sztucznej inteligencji	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	- rozwiązywać problemy związane z głębokim uczeniem sieci neuronowych - dobrać odpowiedni algorytm głębokiego uczenia do konkretnego problemu - potrafi zaimplementować algorytmy głębokiego uczenia - potrafi zinterpretować wyniki zwrócone przez algorytm głębokiego uczenia i sformułować wnioski na podstawie otrzymanych wyników	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	- do rozwiązywania skomplikowanych problemów związanych z analizą, modelowaniem i interpretowaniem dużych zbiorów danych za pomocą głębokiego uczenia	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z klasycznymi koncepcjami zastosowania głębokiego uczenia sieci neuronowych w problematyce sztucznej inteligencji. W czasie zajęć omówione zostaną przykłady zastosowań praktycznych ze wskazaniem zalet i ograniczeń. 1. Wprowadzenie do TensorFlow 2.0 2. Klasyfikacja obrazow za pomoca konwolucyjnych sieci neuronowych 3. Rezydualne konwolucyjne sieci neuronowe 5. Przyklady adwersarialne w sieciach neuronowych 6. Klasyfikacja tekstu za pomoca sieci konwolucyjnych oraz rekurencyjnych 7. Reprezentacje wektorowe tekstow - word2vec 8. Atencja w modelach jezykowych 9. Udostepnianie nauczonych modeli przy uzyciu tensorflow.serving 10. Wprowadzenie do Tensor2tensor 11. Wprowadzenie do Tensorflow.js	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Ocena końcowa z kursu jest wystawiana na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń oraz wyniku egzaminu, każdy składnik liczny jest z wagą 50%. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie łącznie 50% możliwych do zdobycia punktów.
laboratoria	zaliczenie na ocenę, projekt	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie projektów programistycznych oraz zadań wykonywanych w trakcie laboratoriów Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie łącznie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę	projekt
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Systemy baz danych NoSQL

Nazwa przedmiotu Systemy baz danych NoSQL			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie podstawowego przedmiotu z baz danych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów z typami, charakterystyką, zasadami projektowania oraz sposobami tworzenia i wykorzystania nierelacyjnych systemów baz danych, zwanych popularnie NoSQL.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student po ukończeniu kursu zna różne typy i architektury nierelacyjnych systemów baz danych (baz NoSQL), zna ich charakterystykę, wady i zalety w porównaniu z systemami relacyjnymi, zna cel ich stosowania i sposoby wykorzystania w aplikacjach.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student po ukończeniu kursu potrafi projektować i implementować nierelacyjne bazy danych z wykorzystaniem wybranych systemów, potrafi wykorzystać wybrane bazy danych NoSQL w aplikacjach, potrafi porównać systemy NoSQL i klasyczne systemy relacyjne pod kątem najważniejszych cech, potrafi dobrać typ bazy danych do potrzeb aplikacji.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	korzystania z dokumentacji (w tym w języku angielskim) różnych systemów baz danych i samodzielnego wyszukiwania informacji na zadany temat związany z nierelacyjnymi systemami baz danych.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Historia i motywacja tworzenia systemów nierelacyjnych baz danych. 2. Twierdzenie CAP. 3. Różne modele i architektury baz danych NoSQL: bazy danych klucz-wartość, kolumnowe/tablicowe, dokumentowe (w tym typu JSON, XML), grafowe, obiektowe. 4. Przetwarzanie transakcji w systemach nierelacyjnych i porównanie z systemami relacyjnymi. 5. Obszerny przegląd wybranych systemów NoSQL, języki zapytań. 6. Przykłady zastosowań nierelacyjnych baz danych i porównanie z bazami relacyjnymi. W trakcie zajęć studenci będą wykorzystywać różne systemy NoSQL w projektach praktycznych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Egzamin połączony jest z obroną projektu. Zadawane pytania dotyczą projektu oraz wszystkich zagadnień omawianych w trakcie kursu. Z egzaminu studenci otrzymują punkty. Ocena końcowa z kursu wyznaczana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych za laboratoria i z egzaminu.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Studenci zdobywają punkty za przygotowanie obszernych opracowań na zadane tematy związane z bazami danych NoSQL (jest to praca semestralna) oraz za aktywną pracę w czasie zajęć. Ponadto studenci przygotowują jeden projekt semestralny (implementację systemu nierelacyjnego w wybranej aplikacji).

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	15
przygotowanie projektu	30
przygotowanie pracy semestralnej	40
przygotowanie do egzaminu	20
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 166

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Biometria

Nazwa przedmiotu Biometria			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Umiejętność programowania C++ lub Java lub Python; znajomość podstaw grafiki komputerowej; znajomość podstaw baz danych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie biometrii. Studenci zapoznają się z urządzeniami do pobierania cech biometrycznych, a także realizują algorytmy przetwarzania i analizy danych biometrycznych za pomocą środowisk obliczeniowych, a także poprzez tworzenie własnych programów w wybranym języku oprogramowania (na przykład C++, JAVA). Praca jest samodzielna, studenci zachęcani są do proponowania własnych modyfikacji istniejących rozwiązań, a także własnych pomysłów analizy danych biometrycznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student posiada pogłębioną wiedzę w zastosowań systemów biometrycznych w projektowaniu i działaniu systemów bezpieczeństwa.	MKO_K2_W01
W2	student ma pogłębioną wiedzę o algorytmach i strykturach danych wykorzystywanych w systemach biometrycznych.	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	skonstruować i przedstawić rozumowanie opisujące zasady działania systemu biometrycznego ze strony matematycznej z uwzględnieniem analizy jego niezawodności.	MKO_K2_U04
U2	samodzielnie rozwiązać problemy pojawiające się na każdym etapie projektowania i działania systemu biometrycznego.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student zdaje sobie sprawę z konieczności uczenia się przez całe życie i adaptowania swojej wiedzy do zmian cywilizacyjnych zwłaszcza w kontekście szybko rozwijających się systemów bezpieczeństwa.	MKO_K2_K04
K2	student jest świadom etycznych, prawnych i społecznych aspektów wykorzystania poszczególnych biometryków w systemach biometrycznych.	MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka wykładu: 1. Przegląd cech biometrycznych 2. Matematyczne metody biometrii 3. Wstępna obróbka obrazów/sygnałów biometrycznych 4. Ekstrakcja cech sygnałów biometrycznych 5. Algorytmy klasyfikacji 6. Rozpoznawanie tęczówki oka 7. Analiza odcisków palców 8. Rozpoznawanie układu naczyń krwionośnych 9. Rozpoznawanie kształtów dłoni 10. Rozpoznawanie twarzy 11. Analiza mowy 12. Multimodalne systemy biometryczne 13. Zagadnienia bezpieczeństwa, standaryzacja, zagadnienia prawne Wykłady będą poświęcone omówieniu teorii wymienionych wyżej tematów. W ramach laboratoriów studenci wykorzystają tą wiedzę do rozwiązania wybranych problemów praktycznych oraz implementacji poznanych algorytmów. Studenci będą korzystać z języka Python lub Java.	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Ocena końcowa z kursu jest wystawiana na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń oraz wyniku egzaminu, każdy składnik liczny jest z wagą 50%. Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest uzyskanie łącznie 50% możliwych do zdobycia punktów.
laboratoria	projekt	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznanych za systematyczne oddawanie projektów programistycznych oraz zadań wykonywanych w trakcie laboratoriów. Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie łącznie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30

przygotowanie projektu	45
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	projekt
W1		x
W2	x	
U1	x	x
U2		x
K1	x	
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Deep learning z zastosowaniami w NLP

Nazwa przedmiotu Deep learning z zastosowaniami w NLP			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	- rozwiązywać problemy związane z głębokim uczeniem sieci neuronowych w kontekście analizy języka naturalnego - dobrać odpowiedni algorytm głębokiego uczenia do konkretnego problemu związanego z analizą języka naturalnego	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	- potrafi zaimplementować algorytmy głębokiego uczenia w kontekście analizy języka naturalnego - potrafi zinterpretować wyniki zwrócone przez algorytm głębokiego uczenia i sformułować wnioski na podstawie otrzymanych wyników	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	- do rozwiązywania skomplikowanych problemów związanych z analizą, modelowaniem i interpretowaniem dużych zbiorów danych związanych z analizą języka naturalnego za pomocą głębokiego uczenia	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z klasycznymi koncepcjami zastosowania głębokiego uczenia w problemie analizy języka naturalnego (NLP). W czasie zajęć omówione zostaną przykłady zastosowań praktycznych ze wskazaniem zalet i ograniczeń. 1. Wprowadzenie do problemów NLP 2. Word embeddings - Word2Vec, C&W 3. Sieci konwolucyjne w NLP - znakowe i wyrazowe 4. Sieci rekurencyjne 5. Generacja języka naturalnego 6. Tłumaczenie języka przez sieć 7. Mechanizm atencji 8. Model Transformer 9. Opisywanie obrazków 10. Sieci rekursywne	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
laboratoria	zaliczenie na ocenę, projekt	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę	projekt
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Geometria obliczeniowa

Nazwa przedmiotu Geometria obliczeniowa			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotów: Programowanie 2, Metody programowania, Algorytmy i struktury danych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z podstawowymi algorytmami geometrycznymi, ich komputerowymi realizacjami oraz z zastosowaniami różnorodnych zaawansowanych rozwiązań informatycznych w geometrii.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	proste algorytmy lokalizacji	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W2	algorytmy otoczki wypukłej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W3	algorytmy najbliższej pary	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W4	problematyka triangulacji Delauney'a	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W5	problematyka diagramów Voronoi	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wdrożenie algorytmów lokalizacji	MKO_K2_U02
U2	wdrożenie algorytmów otoczki wypukłej	MKO_K2_U02
U3	wdrożenie algorytmów najbliższej pary	MKO_K2_U02
U4	wdrożenie algorytmów triangulacji Delauney'a	MKO_K2_U02

U5	wdrożenie algorytmów diagramów Voronoi	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wprowadzenie	W1, W2, W3, W4, W5, U1, U2, U3, U4, U5
2.	Algorytmy lokalizacji	W1, U1
3.	Otoczka wypukła	W2, U2
4.	Algorytmy najbliższej pary	W3, U3
5.	Triangulacja Delauney'a	W4, U4
6.	Diagramy Voronoi	W5, U5

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Uzyskanie zaliczenia ćwiczeń oraz zdanie ustnego egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie wymaganych zadań cząstkowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	20
uczestnictwo w egzaminie	2
zapoznanie się z e-podręcznikiem	13
rozwiązywanie zadań problemowych	30
programowanie	55
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180

Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
W2	x	
W3	x	
W4	x	
W5	x	
U1		x
U2		x
U3		x
U4		x
U5		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Hurtownie danych w systemie SAS

Nazwa przedmiotu Hurtownie danych w systemie SAS			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem jest zapoznanie słuchaczy z architekturą, metodami tworzenia i wykorzystania hurtowni danych oraz analitycznych baz danych OLAP zbudowanych w systemie SAS.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	znaczenie hurtowni danych, wie jakie są ich architektury, sposoby projektowania i wykorzystania. Zna i rozumie sposób projektowania, tworzenia i wykorzystania baz danych OLAP. Zna specyfikę (cechy charakterystyczne, możliwości, ograniczenia) hurtowni danych i baz danych OLAP zbudowanych w systemie SAS. Zna podstawy języka MDX.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zaprojektować, utworzyć i wykorzystywać prostą hurtownię danych w systemie SAS. Potrafi zaprojektować i utworzyć bazę danych OLAP w systemie SAS. Potrafi wykorzystać język MDX do zadawania zapytań do bazy OLAP w systemie SAS.	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Co to są hurtownie danych i jak są wykorzystywane. 2. Architektura hurtowni danych i porównanie z systemami produkcyjnymi (transakcyjnymi). Tabele faktów, tabele wymiarów, schemat gwiazdy i schemat płatka śniegu, tabele szczegółów i tabele z podsumowaniami (agregacjami). 3. Architektura systemu SAS, najważniejsze elementy składowe. 4. Język SQL. 5. Projektowanie i tworzenie hurtowni danych w systemie SAS. 6. Bazy danych OLAP w systemie SAS. 7. Język MDX.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	
laboratoria	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie pracy semestralnej	60
przygotowanie do egzaminu	20
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 171
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Informatyka śledcza

Nazwa przedmiotu Informatyka śledcza			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student powinienmieć zaliczone przedmioty: 1. Programowanie 1 i 2 2. Systemy Operacyjne 3. Sieci Komputerowe 4. Bazy Danych 5. Rachunek Prawdopodobieństwa i Statystyka 6. Algorytmy i struktury danych

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest pokazanie studentom problemów związanych z wykryciem i udowodnieniem wszelkiego rodzaju nadużyć dokonanych przy pomocy sprzętu teleinformatycznego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna pojęcie dowodu cyfrowego, procesu jego pozyskiwania i zabezpieczania przed nieuprawnioną modyfikacją.	MKO_K2_W07
W2	zna budowę podstawowych systemów operacyjnych używanych w komputerach, urządzeniach mobilnych czy urządzeniach DVR.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W07
W3	posiada wiedzę na temat sposobu zapisu danych przez urządzenia cyfrowe jak również budowy używanych systemów plikowych.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W4	zna budowę plików z najczęściej używanymi danymi typu tekstowego, graficznego czy dźwiękowego.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06

W5	posiada podstawową wiedzę o metodach i możliwościach manipulacji/fałszowania materiału cyfrowego oraz sposobach wykrywania takich manipulacji.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W6	posiada wiedzę o ptencjalnych sposobach wykorzystania narzędzi teleinformatycznych w działaniach przstępczych.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
W7	ma wiedzę na temat podstawowych aktów prawnych mogących miec związek z działaniami związanymi z przeprowadzeniem dowodu z materialów cyfrowych.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	na podstawie opisu incydentu jest w stanie wytypować potencjalne źródła maetriału dowodowego.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U2	potrafi utworzyć stanowisko badawcze do badania potencjanie niebezpiecznego materiału cyfrowego.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U3	umie zabezpieczyć materiał dowodowy z urządzeń cyfrowych przy pomocy ogólnie dostępnych narzędzi (głównie open-source)	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U4	posiada umiejętnośc budowania prostych narzędzi do analizy śledczej w wybranym języku programowania.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U5	umie opracować własne algorytmy przetwarzania danych w celu pozyskania materiału dowodowego.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U6	umie zastosować twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej do analizy zdarzeń.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U7	umie zidentyfikować potencjalne źródła informacji o incydentach, oraz umie połączyć dane pochodzące z różnych źródeł w jednolita całość.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U8	student umie przedstawić/wyjaśnić przebieg incydentu popierając swój wywód za pomoca opdpowiednio dobranego materaiłau dowodowego.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	ciagłego podnoszenia swoich kwalifikacji i wiedzy związanej z możliwością pozyskiwania materiału dowodowego.	MKO_K2_K02, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Pojęcie Informatyki śledczej oraz powiązanych z tą tematyką zagadnień: - legalność działań, pojęcie dowodu cyfrowego, źródła dowodu cyfrowego oraz prawidłowe metody jego pozyskiwania, analiza materiału cyfrowego, - wyciąganie najważniejszych danych z informacji o zgłoszonych incydentach	W2, W5, W7, U1, U7, K1
2.	2. Techniki i narzędzia część 1 - urządzenia: a) Fizyczne urządzenia z których można pozyskać materiał cyfrowy (podstawowe narzędzia open-source i budowa własnych) b) Najpopularniejsze Systemy Plikowe oraz analiza nieznanych sytemów plikowych (działanie, odyskiwanie, rekonstrukcja systemów plikowych) c) Systemy Operacyjne urządzeń desktopowych, serwerowych, mobilnych oraz DVR	W1, W2, W3, W4, W6, U1, U2, U3, U4, U7, U8, K1
3.	3. Techniki i narzędzia część 2 - sieć: a) Protokoły sieciowe - warstwa aplikacji, - sieci, - łącza, b) Protokoły GSM c) Systemy Detekcji Włamań, Honeypot'y d) Botnet e) Kompromitacja Aplikacji Internetowych	W1, W3, W4, W5, W6, U1, U2, U3, U4, U5, U7, U8, K1
4.	4. Techniki i narzędzia część 3 - analiza danych a) Carving plików, b) Kryptoanaliza, c) Informatyka śledcza materiałów multimedialnych, d) Steganografia, znaki wodne oraz pozyskiwanie informacji charakterystycznych dla konkretnej osoby, e) Inżynieria wsteczna złośliwego oprogramowania i protokołów, f) Eksploracja danych, deanomizacja, wykrywanie defraudacji,	W4, W5, W6, U2, U3, U4, U5, U6

5.	5. Praktyczne ćwiczenia na materiale zbliżonym do materiału pozyskiwanego w trakcie typowej pracy Biegłego Sądowego.	W1, W3, W4, W5, W6, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, burza mózgów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe, udział w badaniach, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny, zaliczenie	50% ocena z ćwiczeń + 50% ocena z egzaminu ustnego, warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń,
laboratoria	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę, wyniki badań	70% rozwiązywanie podanych problemów w domu + 30% aktywność na zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	45
rozwiązywanie zadań problemowych	45
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia				
	egzamin ustny	zaliczenie	zaliczenie pisemne	zaliczenie na ocenę	wyniki badań
W1	x	x	x	x	x
W2	x	x	x	x	x
W3	x	x	x	x	x
W4	x	x	x	x	x
W5	x	x	x	x	x
W6	x	x	x	x	x
W7	x	x	x	x	x
U1	x	x	x	x	x
U2	x	x	x	x	x
U3	x	x	x	x	x
U4	x	x	x	x	x
U5	x	x	x	x	x
U6	x	x	x	x	x
U7	x	x	x	x	x
U8	x	x	x	x	x
K1	x	x	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych

Nazwa przedmiotu Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

AM2, MN

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest prezentacja typowych metod przybliżonego rozwiązywania zagadnień początkowych i brzegowych dla równań cząstkowych, aspekty obliczeniowe – informacje o błędach metod, zbieżność, stabilność.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie typowych metod przybliżonego rozwiązywania zagadnień początkowych i brzegowych dla równań cząstkowych; zna podstawowe aspekty obliczeniowe (informacje o błędach metod, zbieżność, stabilność); ma wiedzę w zakresie matematyki wyższej obejmującą zagadnienia fizyki i techniki prowadzące do równań różniczkowych cząstkowych	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		

U1	projektuje i implementuje algorytmy numeryczne wykorzystując podstawowe techniki programistyczne i struktury danych; potrafi pozyskiwać informacje z literatury, Internetu oraz innych wiarygodnych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji i wykorzystywać w celu przygotowania swojego projektu; potrafi w sposób zrozumiały przedstawić ustnie i pisemnie opracowanie rozwiązania zadanego zagadnienia wraz z jego formalną analizą	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Przykłady zagadnień fizyki i techniki opisywanych przez równania różniczkowe 2. Metody różnicowe rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych: zagadnienia modelowe 3. Aproksymacja operatorów różniczkowych – przykłady 4. Zgodność, stabilność, zbieżność, twierdzenie Laxa–Filippowa o zbieżności 5. Stabilność równań typu eliptycznego, dyskretna zasada maksimum, wnioski 6. Dyskretne zagadnienie własne, równania różnicowe 7. Stabilność równań typu parabolicznego i hiperbolicznego 8. Schematy jawne i niejawne, schemat Cranka–Nicolsona, schemat ADI 9. Metody wariacyjne w zagadnieniach brzegowych, metody Ritza i Galerkina 10. Metoda elementu skończonego	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	na podstawie oceny zaangażowania i pracy studentów podczas zajęć, rozwiązywania zadań tablicowych, implementacji programów numerycznych oraz punktów uzyskanych na kolokwium

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	65
przygotowanie projektu	20
przygotowanie do egzaminu	24
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 170
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Programowanie urządzeń mobilnych – Android

Nazwa przedmiotu Programowanie urządzeń mobilnych – Android			
Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

1 Programowanie 1

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przygotowanie studenta do tworzenia własnych aplikacji na urządzenia mobilne z systemem Android.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawy budowy systemu operacyjnego Android.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W2	umie zarządzać danymi w systemie Android, dbając również o ich bezpieczeństwo.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W3	rozumie potrzebę tworzenia systemów wykorzystujących zewnętrzne serwisy.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W4	zna wzorce projektowe, którą mogą zostac wykorzystane w projekcie aplikacji na platformę Android.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
W5	umie wykorzystac wielozadaniowość systemu Android.	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi zrealizować skomplikowany projekt informatyczny z wykorzystaniem platfromy Android i dodatkowych serwisów uruchomionych na komputerach zewnętrznych.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04

U2	potrafi efektywnie wykorzystać urządzenia i technologie udostępniane w ramach platformy Android.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U3	potrafi zweryfikować system informatyczny na platforme Android pod względem prawidłowego działania oraz bezpieczeństwa wykorzystywanych danych.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U4	wykorzystać platfrome sklepu internetowego do udostępnienia swojego oprogramownaia.	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	stałego podnoszenia swoich kompetencji w zakresie tworzenia orpogramowania z wykorzystaniem platformy Android	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wstęp - Ewolucja systemów mobilnych - Budowa systemu Android (komponenty hardware/software) - Przykłady wbudowanych aplikacji - Pierwsza prosta aplikacja, - Rozwój rynku oprogramowania dla systemów Android	W1, W2, U2, K1
2.	2. Zintegrowane środowisko do rozwoju aplikacji pod system Android. - Przykłady zintegrowanych środowisk dla systemów Android - Konfigurowanie własnego środowiska - Emulatory urządzeń z Androidem - Debugger/Profiller - Konsola Systemu Android	W1, W2, W3, U1, U2, U4, K1
3.	3. Cykl życia aplikacji - Budowa aplikacji (aktywność, fragmenty, intencje, adaptery, serwisy,dostawcy treści, wielowątkowość) - Cykl życia aktywności - Zapisywanie stanu aplikacji	W1, W4, W5, U1, K1
4.	4. Graficzny Interfejs Użytkownika - Wzorce projektowe MVC i MVVM - Klasa View - Klasa Layout wykorzystanie XML(LinearLayout,RelativeLayout, TableLayout, FrameLayout, Zakładki) - zarządzanie orientacją urządzenia - Podstawowe kontrolki (tekstu, przycisków, pól wyboru, listy, daty i czasu) - Dodatkowe kontrolki (Toast, MapView, Gallery, Spinner) - Fragmenty	W2, W3, W4, U2, U3
5.	5. Intencje i serwisy - wykorzystanie intencji - tworzenie serwisów tła, - komunikacja między serwisami a aplikacją	W1, W4, W5, U1, U2, U3, K1
6.	6. Wielowątkowść - zalety i wady wielowątkowśći - zarządzanie wielowątkowością - klasyczne rozwiązania z Javy (Monitory, Semafory) - wykorzystanie klasy AsyncTask	W2, W4, W5, U1, U2, U3, K1
7.	7. Sieć Internetowa i sewrisy Web - obsługa danych w formacie XML, JSON i GraphQL. - komunikacja z web srwerem z wykorzystaniem technologii SOAP i REST - wykorzystanie sewrisu RSS	W2, W3, W4, W5, U1, U2, U3, K1
8.	8. Serwisy tła - cykl życia - typy serwisów	W1, W3, W4, W5, U2, U3
9.	9. Powiadomienia	W2, W4, U1, U3
10.	10. Wykorzystanie udostępnianych zewnętrznych serwisów / sklepu internetowego	U1, U4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny, zaliczenie	50% ocena z ćwiczeń + 50% ocena z egzaminu ustnego, warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń,
laboratoria	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę, wyniki badań	40% rozwiązywanie podanych problemów w domu + 40% projekt + 20% aktywność na zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	50
rozwiązywanie zadań problemowych	50
przygotowanie do egzaminu	19
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia				
	egzamin ustny	zaliczenie	zaliczenie pisemne	zaliczenie na ocenę	wyniki badań
W1	x	x	x	x	x
W2	x	x	x	x	x
W3	x	x	x	x	x
W4	x	x	x	x	x
W5	x	x	x	x	x
U1	x	x	x	x	x
U2	x	x	x	x	x
U3	x	x	x	x	x
U4	x	x	x	x	x
K1	x	x	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Przetwarzanie grafiki i muzyki

Nazwa przedmiotu Przetwarzanie grafiki i muzyki			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	- matematyczne podstawy przetwarzania grafiki i muzyki - metody zapisu obrazu i dźwięku, - metody usuwania szumu z sygnałów, - metody przekształcenia bezkontekstowe, - metody binaryzacji, - metody wykrywania składowych spójnych, - metody wykrywanie krawędzi, - metody analizy częstotliwości	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	- rozwiązywać problemy przetwarzania grafiki i muzyki - dobrać odpowiedni algorytm przetwarzania grafiki i muzyki do konkretnego problemu - potrafi zaimplementować algorytmy przetwarzania grafiki i muzyki - potrafi zinterpretować wyniki z algorytmu przetwarzania grafiki i muzyki i sformułować wnioski na podstawie otrzymanych wyników	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	- rozwiązywania skomplikowanych problemów związanych z przetwarzaniem grafiki i muzyki.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami analizy obrazu i dźwięku. W tym celu zostaną omówione algorytmy analizy dźwięku i obrazu. W szczególności w ramach przedmiotu zostaną poruszone następujące tematy: 1. Ogólny wstęp do tematyki analizy obrazu: obecny stan wiedzy i podstawowe zastosowania 2. Metody wstępnego przetwarzania obrazów – poprawa jakości obrazu, przygotowanie obrazu do dalszej obróbki. 3. Podstawowe własności fal o próbkowanie dźwięku 4. Filtr średniej ruchomej, medianowy oraz Gaussa 5. Analiza histogramu obrazów 6. Binaryzacja obrazów 7. Morfologia matematyczna 8. Metody segmentacji obrazów 9. Analiza częstotliwości oraz filtrowanie dźwięku 10. Algorytm Hough Transform oraz jego uogólnienia 11. Wykrywanie punktów charakterystycznych na obrazie 12. Algorytm ICA i jego zastosowania . 13. Rozpoznawanie obiektów na obrazie w oparciu o metody nauczania maszynowego Wykłady będą poświęcone omówieniu teorii wymienionych wyżej tematów. W ramach laboratoriów studenci wykorzystają tą wiedzę do rozwiązania wybranych problemów praktycznych oraz implementacji poznanych algorytmów.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
laboratoria	zaliczenie na ocenę, projekt	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	30
przeprowadzenie badań literaturowych	10
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę	projekt
W1	x	x	x
U1	x		x
K1	x		

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Rozproszone i mobilne bazy danych

Nazwa przedmiotu Rozproszone i mobilne bazy danych			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie podstawowego przedmiotu z baz danych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest zapoznanie studentów z architekturą, projektowaniem, sposobami implementacji i działaniem rozproszonych i mobilnych systemów baz danych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student po ukończeniu przedmiotu zna architektury rozproszonych i mobilnych systemów baz danych, cele stosowania takich systemów i ich typy, zna specyfikę i sposoby przetwarzania transakcji rozproszonych (w tym protokoły zatwierdzania takich transakcji) oraz kwerend rozproszonych, zna różne typy i modele a także cele stosowania replikacji danych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W04, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student po ukończeniu kursu potrafi projektować i tworzyć rozproszone systemy baz danych (w szczególności relacyjne), potrafi łączyć heterogeniczne systemy baz danych, wykonywać kwerendy rozproszone i tworzyć rozproszone perspektywy, wykonywać transakcje rozproszone, potrafi analizować i poprawnie zakończyć transakcję rozproszoną w przypadku awarii przy jej zatwierdzaniu, potrafi zaprojektować i zaimplementować różne typy replikacji danych w wybranych systemach baz danych.	MKO_K2_U02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wprowadzenie, charakterystyka rozproszonych systemów baz danych, rozproszone przetwarzanie danych. 2. Architektury rozproszonych systemów baz danych. 3. Projektowanie rozproszonych baz danych, fragmentacja, alokacja, sharding. 4. Przetwarzanie kwerend rozproszonych, dekompozycja kwerend, lokalizacja danych, optymalizacja. 5. Zarządzanie transakcjami rozproszonymi. 6 Protokół 2PC (wypełnienie dwufazowe), wersja podstawowa i wersja stosowana w systemie Oracle, algorytmy zakończenia (termination) i odtwarzania (recovery) dla 2PC w środowiskach rozproszonych o różnych architekturach, podział sieci. 7. Protokół 3PC (wypełnienie trójfazowe), algorytmy zakończenia i odtwarzania dla 3PC w środowiskach rozproszonych o różnych architekturach, podział sieci. 8. Replikacja synchroniczna i asynchroniczna, typy i modele, replikacja w systemie Oracle i Microsoft SQL Server. 9. Mobilne bazy danych, zarządzanie transakcjami, kwerendy zależne od położenia, modele transakcji mobilnych, zatwierdzanie transakcji mobilnych, wybrane inne aspekty mobilnych baz danych, np. odtwarzanie.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Ocena końcowa z kursu wynika z sumy punktów uzyskanych w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych i z egzaminu ustnego.
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Studenci zdobywają punkty za realizację zadań na zajęciach laboratoryjnych. Ponadto studenci przygotowują jeden projekt semestralny i zdają egzamin w formie obrony projektu z zadawaniem pytań dotyczących zagadnień omawianych w trakcie kursu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	60
przygotowanie do zajęć	15
przygotowanie do egzaminu	30
uczestnictwo w egzaminie	1

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 166
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Selected Topics in Blockchain Technology and Distributed Ledgers

Nazwa przedmiotu Selected Topics in Blockchain Technology and Distributed Ledgers			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Selected Topics in Blockchain Technology and Distributed Ledgers			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy technologii blockchain i rozproszonych rejestrów	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zaimplementować rozwiązania stosowane w rozproszonych rejestrach, w tym kontrakty w jezyku Solidity na platformie Ethereum	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	doboru odpowiedniego rozwiązania z zakresu rozproszonych rejestrów bądź wyboru innej technologii w podjętym zagadnieniu informatycznym bazując na wiedzy o wadach i zaletach technologii blockchain.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Systemy rozproszone: tolerancja wad, problemy konsensusu i bizantyjskich generałów.	W1, U1, K1
2.	Bitcoin w skrócie: konsensus w Bitcoinie, proof-of-work.	W1, U1, K1

3.	Kryptografia: kryptografia klucza publicznego, funkcje hashujące, ECDSA, kryptografia a prawa natury.	W1, U1, K1
4.	Bitcoin - ciąg dalszy. Kopanie, kolizje, forki, słabe punkty, sieć Lightning.	W1, U1, K1
5.	Bitcoin pod maską: szczegóły techniczne implementacji, adresy P2PKH/P2SH.	W1, U1, K1
6.	Blockchain Ethereum: kontrakty, rozproszone aplikacje, Cryptokitties, Whisper, Swarm.	W1, U1, K1
7.	Anonimowość na blockchainie: deanonimizacja na blockchainie, Zerocash/Zcash, Monero.	W1, U1, K1
8.	Tematy zależne od czasu i zapotrzebowania słuchaczy: Litecoin i kopanie odporne na ASIC. IOTA i Tangle. Proof-of-stake: Ouroboros i Cardano. Ripple i Stellar Consensus Protocol. Proof-of-X. Inter-Planetary File System.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
laboratoria	projekt, prezentacja	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin ustny	projekt	prezentacja
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x	x	

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Sieci neuronowe

Nazwa przedmiotu Sieci neuronowe			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie wykładu Nauczanie maszynowe

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	architektury i modele uczenia sieci neuronowych	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Neuronowe sieci warstwowe, problem uczenia głębokiego	W1
2.	Metody optymalizacji sieci neuronowych	W1
3.	Modele konwolucyjne sieci neuronowych	W1
4.	Algorytmy wspomagania generalizacji, m.in. dropout, l2, batch norm, etc.	W1
5.	Pojęcie modelu rekurencyjnego, przykłady, rozszerzenia	W1
6.	Modele asocjacyjne, oparte na energii	W1
7.	Rozszerzenia: atencja, ciągłe uczenie	W1
8.	Pojęcie modeli generatywnych	W1
9.	Wariacyjne podejście do uczenia modeli generatywnych	W1

10.	Problemy geometrii przestrzeni ukrytej modeli generatywnych	W1
11.	Paradygmat uczenia adwersarialnego	W1
12.	Kierunki rozwoju sieci neuronowych	W1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	
laboratoria	projekt, zaliczenie	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
rozwiązywanie zadań	30
przygotowanie do egzaminu	30
programowanie	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	projekt	zaliczenie
W1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Rozpoznawanie obrazów

Nazwa przedmiotu Rozpoznawanie obrazów			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 30, konwersatorium: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Przedmiot związany z uczeniem maszynowym

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	metody będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozumie i umie wykorzystywać metody będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówione zostaną metody konwencjonalne i te oparte na głębokich sieciach neuronowych w następujących zagadnieniach rozpoznawania obrazów: 1. Przetwarzanie obrazów; 2. Klasyfikacja obrazów; 3. Wyszukiwanie obrazów podobnych do zadanego; 4. Detekcja obiektów na obrazie; 5. Segmentacja obrazów; 6. Wypełnianie brakujących fragmentów obrazu; 7. Generowanie nowych obrazów podobnych do zbioru treningowego; 8. Zastosowania przemysłowe;	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę, projekt	rozwiązywanie i implementacja zadań domowych oraz aktywność na zajęciach
konwersatorium	prezentacja, egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z prezentacji i egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
laboratoria	30
konwersatorium	30
przygotowanie projektu	60
przygotowanie referatu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia			
	zaliczenie na ocenę	projekt	prezentacja	egzamin pisemny / ustny
W1			x	x
U1	x	x		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Basic Differential Topology

Nazwa przedmiotu Basic Differential Topology			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

elementarne pojęcia z analizy i topologii

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcia rozmaitości gładkiej, transwersalności, stopnia oraz kobordyzmu obramowanego	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń dotyczących podstawowych własności rozmaitości gładkich, transwersalności, stopnia oraz kobordyzmu obramowanego	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Celem kursu jest przedstawienie podstawowych pojęć i metod topologii różniczkowej. Na wykładzie omówione zostaną następujące zagadnienia: rozmaitości gładkie, transwersalność, teoria stopnia, kobordyzm obramowany i zastosowania.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdanie egzaminu ustnego
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki

KARTA OPISU PRZEDMIOTU

Ergodic Theory II: multiple recurrence and joinings

Nazwa przedmiotu Ergodic Theory II: multiple recurrence and joinings			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Ergodic Theory II: multiple recurrence and joinings			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstawowych wyników z teorii ergodycznej (układy zachowujące miarę, twierdzenia ergodyczne, systemy słabo mieszające, topologia słaba* na przestrzeni miar niezmienniczych na zwartych przestrzeniach metryzowalnych) na poziomie podstawowego kursu z teorii ergodycznej; znajomość podstawowych wyników z dynamiki topologicznej będzie przydatna, ale niekonieczna (i w każdym razie łatwa do uzupełnienia); obecność jest obowiązkowa.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa, oraz stosować poznane idee i techniki występujące w ich dowodach.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Jednym z głównych tematów kursu będzie ergodyczny dowód twierdzenia Szemerédiego. Omówimy ten wynik szczegółowo, przedstawiając wymagane wiadomości wstępne i podając pełen dowód. Omówimy także pewne wybrane wyniki z ergodycznej teorii Ramseya. Drugim głównym tematem kursu będą joiningi i ich zastosowania.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie przeprowadzanych na zajęciach sprawdzianów oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Matematyka ubezpieczeń majątkowych

Nazwa przedmiotu Matematyka ubezpieczeń majątkowych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Rachunek prawdopodobieństwa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowe założenia modelu ryzyka indywidualnego i złożonego	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	podstawy teorii ruiny	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W3	metody kalkulacji składki	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wyliczać parametry ryzyka w modelu indywidualnym i złożonym	MKO_K2_U01
U2	oszacować, a w szczególnych sytuacjach wyliczyć prawdopodobieństwo ruiny w modelu ciągłym i dyskretnym	MKO_K2_U01
U3	stosować różne metody kalkulacji składki ubezpieczeniowej	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Modele ryzyka ubezpieczeniowego: model indywidualny i złożony	W1, U1
2.	Podstawy teorii ruiny w modelu dyskretnym i ciągłym	W2, U2
3.	Wybrane metody kalkulacji składki w ubezpieczeniach	W3, U3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywnie zdany egzamin pisemny
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywny udział w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do sprawdzianu	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Homotopijne własności grup Liego - kurs elementarny

Nazwa przedmiotu Homotopijne własności grup Liego - kurs elementarny			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Kurs analizy matematycznej (zwlaszcza rozmaitości gładkie), algebry liniowej i topologii ogólnej. Mile widziane kursy z geometrii/topologii różniczkowej i topologii algebraicznej, ale cały potrzebny materiał zostanie wyłożony.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wczesne zapoznanie studentów ze współczesnym aparatem teorii homotopii i współczesnymi problemami, w których pojawiają się grupy Liego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treści, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treści, stosować poznane techniki dowodowe. Samodzielnie czytać współczesną literaturę związaną z tematyką wykładu.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Grupy Liego macierzy i ich topologia. Przestrzenie jednorodne i G-przestrzenie. CW-rozkłady, homologie komórkowe, grupy homotopii. Wersje ekwiwariantne tych konstrukcji i ich podstawowe zastosowania. Problemy klasyfikacji grup Liego - klasyczne redukcje problemu oraz (informacyjnie) systemy pierwiastników. Homologie algebr Liego. Wiązki: włókniste, wektorowe, główne. Klasyfikacja homotopijna wiązek jako przykład uniwersalny. Konstrukcja przestrzeni BG, G-spektra. Zastosowania do topologii rozmaitości. Rozwłóknienia Spivaka. Hipoteza Smale'a. J-homomorfizm. Hipoteza Hilberta-Smitha, otwarte G-uogólnienia twierdzeń nieekwiwariantnych (i ich zastosowania).	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
HSBC Quants Academy

Nazwa przedmiotu HSBC Quants Academy			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim HSBC Quants Academy			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Celem HSBC Quant Academy jest przygotowanie studentów do bycia efektywnym analitykiem w instytucji finansowej. Aby osiągnąć ten cel, poszerzamy wiedzę na temat usług finansowych (bankowość, ubezpieczenia, zarządzanie kapitałem), a następnie zagłębiamy się w szczegóły dotyczące ryzyka rynkowego, kredytowego, operacyjnego. Wykład urozmaicony jest w warsztaty, podczas których studenci mogą wypróbować zdobytą wiedzę na konkretnych ćwiczeniach.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	- pogłębienie wiedzy na temat usług finansowych ogólnie oraz bankowości w szczególności - rozumienie różnego rodzaju ryzyka - obliczanie różnych typów ryzyka

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	- podstawowa wiedza na temat bankowości - różne typy ryzyka - ryzyko rynkowe - ryzyko kredytowe - ryzyko operacyjne	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	- obliczanie różnych typów ryzyka - budowanie modeli typowych dla ryzyka rynkowego, kredytowego, itp	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	- współpraca na sali wykładowej - praca w grupach - aktywne myślenie - praca na programie R - rozwiązywanie problemów	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Część I: Rzeczywistość komercyjna i ryzyko Wstęp do klas aktywów i ryzyka Wstęp do bankowości / usług finansowych w organizacjach Zarządzanie ryzykiem i typy ryzyka Część II: Wybrane metody i modele Kilka ważnych zagadnień dotyczących szeregów czasowych Teoria Zdarzeń Ekstremalnych: Od teorii po Ocenę Ryzyka Nauczanie maszynowe z perspektywy ekonometryka Część III: Ryzyko Kredytowe Wprowadzenie do modelowania ryzyka kredytowego Technika regresji i karty oceny w modelowaniu ryzyka kredytowego Walidacja krzyżowa i Weryfikacja dla aplikacja finansowych Część IV: Ryzyko Rynkowe Transakcje automatyczne Wprowadzenie do optymalnych strategii realizacji Ryzyko kredytowe kontrahenta Część V: Ryzyko Operacyjne Ryzyko Operacyjne pod Basel II: AMA i LDA Część VI: Praktyka W kierunku efektywnego startu w prywatnej firmie Część VII: Egzamin	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt, kazus, raport	Studenci zilustrują swoje rozumowanie przygotowując pracę na temat jednego z poniższych: 1/ zagłębienie się w jeden z tematów 2/ dodatkowy/pozaprogramowy temat 3/ praktyczny przykład jednego z przedstawionych typów ryzyka
ćwiczenia	egzamin ustny, prezentacja	Egzamin końcowy odbędzie się w formie prezentacji oraz quizu na podstawie projektu wspomnianego powyżej.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	15
przygotowanie raportu	15
przygotowanie referatu	15
poprawa projektu	10

wykonanie ćwiczeń	10
uczestnictwo w egzaminie	5
przygotowanie eseju	10
Przygotowywanie projektów	10
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia				
	projekt	kazus	raport	egzamin ustny	prezentacja
W1	x	x	x	x	x
U1	x	x	x		x
K1	x	x	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Quantitative methods and applications

Nazwa przedmiotu Quantitative methods and applications			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Quantitative methods and applications			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

- dobra znajomość języka angielskiego - podstawowa wiedza z zakresu statystyki (rozkład, odchylenie standardowe, korelacja, regresja liniowa itd)

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Podczas tego kursu skupiamy się na nauce o danych oraz ich praktycznym zastosowaniu. Używamy programu R (jeśli nie są Państwo zaznajomieni ze wspomnianym programem, najpierw pokażę Państwu jak program R działa) w celu zilustrowania pojęć oraz praktyki. Dostajemy ogólny zarys na temat systemów do baz danych, przetwarzania danych, modelowania statystycznego, oceniania modeli, raportowania itp. Celem zajęć jest użycie wyniesionej z nich wiedzy do znalezienia danych, stworzenia modelu oraz przedstawienie swojej pracy podczas "mini konferencji" (pracujemy również nad umiejętnościami tworzenia prezentacji i prezentowania)

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	- Zrozumienie przepływu danych - Relacyjne systemy baz danych - Przetwarzanie danych - Modelowanie statystyczne - Ocena efektywności modelu - Raportowanie - Umiejętność prezentacji	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	- Podstawowa wiedza o SQL - Dobra znajomość R - Przetwarzanie danych - Modelowanie statystyczne - Ocena efektywności modelu - Pisanie raportu - Przygotowywanie prezentacji i przedstawianie jej	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	- Praca w grupie - Krytyczne myślenie - Umiejętność prezentacji - Metoda naukowa	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	- Rozumienie przepływu danych - Relacyjne systemy baz danych - Przetwarzanie danych - Modelowanie statystyczne - Ocena efektywności modelu - Raportowanie - Umiejętność prezentacji	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	raport, esej	Praca nad jednym projektem i dostarczenie pisemnego raportu
ćwiczenia	prezentacja	Praca nad jednym projektem i przedstawienie prezentacji na jego temat

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	15
zbieranie informacji do zadanej pracy	15
przeprowadzenie badań empirycznych	15
uczestnictwo w egzaminie	5
przygotowanie do egzaminu	10

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	raport	esej	prezentacja
W1	x	x	x
U1	x	x	x
K1	x	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Complex analytic geometry 2

Nazwa przedmiotu Complex analytic geometry 2			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Complex analytic geometry 2			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Complex analytic geometry 1

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń i stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U07

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	I Stożki. 1. Stożki styczne i rozdmuchanie w punkcie. 2. Zbiory algebraiczne. II Przestrzenie analityczne. 1. Funkcje holomorficzne – uzupełnienia. 2. Przestrzeń styczna Zariskiego. 3. Funkcje słabo, mocno i c-holomorficzne. 4. Rząd Remmerta, Lemat Whitney'a, Twierdzenie Cartana-Remmerta. 5. Przestrzenie analityczne. II Zbiory konstruowalne. 1.Zbiory konstruowalne i stratyfikacje. 2. Twierdzenie Chevalley'a-Remmerta. III Kryteria algebraiczności. 1. Kryterium Rudina-Sadułłajewa. 2. Kryterium Stolla i inne. IV Wstęp do teorii przecięć. 1. Krotność odwzorowania właściwego w punkcie. 2. Stopień lokalny (liczba Lelonga) zbioru analitycznego. 3. Twierdzenia Cicha-Jużakowa i Bezouta. 4. Wielomian charakterystyczny i wykładnik Łojasiewicza w przypadku izolowanym. 5. Krotność przecięcia izolowanego.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Medial axis and singularities

Nazwa przedmiotu Medial axis and singularities			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Medial axis and singularities			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna, topologia.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń i stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U07

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Szkielety i zbiory konfliktowe – motywacje (rozpoznawanie obrazów, tomografia...) 2. Kwadrat funkcji odległości a szkielet; subgradient Clarke'a i zastosowanie. 3. Punkty osobliwe – Lemat Nasha i Twierdzenie Poly'ego-Raby'ego. 4. Podstawowe własności topologiczne, twierdzenia Fremlina,stożki normalne. 5. Podstawowe wiadomości ze struktur o-minimalnych – geometria ujarzmiona. 6. Twierdzenie Birbraira-Siersmy dla zbiorów konfliktowych. 7. Zbieżność Kuratowskiego i stabilność szkieletów. 8. Multifunkcja punktów najbliższych. 9. Szkielet wyjadający osobliwości i jego stożek styczny. 10. Twierdzenie Yomdina – jak ominąć usterkę w dowodzie. Pojęcie szkieletu obszaru w R^n zostało wprowadzone w 1967r. przez H. Bluma jako podstawowe narzędzie rozpoznawania obrazu. Szkielet obszaru to zbiór takich jego punktów, których odległość euklidesowa od brzegu obszaru jest realizowana w więcej niż jednym punkcie; znając szkielet obszaru wraz z funkcją odległości od brzegu wzdłuż tego szkieletu jesteśmy w stanie odtworzyć obszar. Pomimo pokaźnej literatury tematu wciąż pozostają obszary niezbadane, jeśli chodzi o geometrię szkieletu. W szczególności dopiero niedawno zwrócono uwagę na związki szkieletu z osobliwościami brzegu i temu właśnie zagadnieniu poświęcony jest wykład.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Algebra komputerowa

Nazwa przedmiotu Algebra komputerowa			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczony przedmiot "Wstęp do Algebry", obecność na zajęciach w pracowni komputerowej obowiązkowa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna podstawowe algorytmy stosowane w algebrze	MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować programy do obliczeń algebraicznych	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Reprezentacja struktur algebraicznych, rozszerzony algorytm Euklidesa, algorytm Euklidesa nad pierścieniem faktorialnym, chińskie twierdzenie o resztach, algorytmy interpolacyjne, faktoryzacja liczb całkowitych, rozkład wielomianu (algorytm Berlekampa, Berlekampa-Hensela), modyfikacje eliminacji Gaussa (algorytm Bareissa), bazy Groebnera i ich zastosowanie	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	120
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Arbitrage Pricing of Financial Derivatives

Nazwa przedmiotu Arbitrage Pricing of Financial Derivatives			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Arbitrage Pricing of Financial Derivatives			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Kurs Rynki finansowe

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy w jaki sposób pojęcie braku arbitrażu prowadzi do wyceny arbitrażowej instrumentów pochodnych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	znajomość takich pojęć jak rynki dyskretne i fundamentalne twierdzenia wyceny arbitrażowej.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	zrozumienie przejścia granicznego od cen opcji w modelu dwumianowym do cen opcji w modelu Blacka-Scholesa.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W3	znajomość wyceny podstawowych opcji i wyznaczania parametrów greckich w modelu Blacka-Scholesa.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wycenić waniliowe opcje europejskie i amerykańskie oraz proste opcje egzotyczne w modelu dwumianowym.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

U2	wycenić waniliowe opcje europejskie oraz proste opcje egzotyczne w modelu Blacka-Scholesa oraz wyliczyć parametry greckie.	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Rynki skończone. 2. Pierwsze i drugie fundamentalne twierdzenie wyceny arbitrażowej. 3. Wycena opcji europejskich w modelu dwumianowym (CRR). 4. Wycena opcji amerykańskich w modelu dwumianowym. Obwiednia Snella. 5. Modyfikacje modelu dwumianowego i wycena przykładowych opcji egzotycznych.	W1, W2, U1
2.	6. Przypadek graniczny: wzory Blacka-Scholesa. 7. Delta i gamma hedging. Parametry greckie. 8. Przykłady opcji egzotycznych i ich wycena w modelu Blacka-Scholesa.	W2, W3, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywna ocena z testu pisemnego

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	30
przygotowanie do zajęć	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
W2	x	
W3	x	x
U1		x
U2		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wstęp do inżynierii finansowej

Nazwa przedmiotu Wstęp do inżynierii finansowej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza o instrumentach pochodnych w zakresie kursu: Modele matematyki finansowej lub Wycena arbitrażowa instrumentów pochodnych.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami inżynierii finansowej w zakresie zastosowań instrumentów pochodnych w zarządzaniu ryzykiem a także konstruowania i analizy złożonych struktur opcyjnych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zasady wyceny opcji w modelu Blacka-Scholesa-Mertona	MKO_K2_W02
W2	podstawowe przykłady opcji egzotycznych	MKO_K2_W02
W3	podstawowe metody stosowanie instrumentów pochodnych w zarządzaniu ryzykiem	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wyceniać opcje (w tym podstawowe opcje egzotyczne) w modelu Blacka-Scholesa-Mertona	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
U2	student umie analizować i wyceniać struktury opcyjne, w tym wybrane lokaty strukturyzowane	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06

U3	analizować strategie opcyjne, w tym strategie zabezpieczające pod kątem ryzyka i oczekiwanej stopy zwrotu	MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	formowania i wyrażania opinii n/t złożonych strategii opcyjnych i ich zastosowania w inwestycjach i zarządzaniu ryzykiem	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Wycena opcji w modelu Blacka-Scholesa - krótki przegląd (i) Cena opcji europejskich na akcje bez dywidendy (ii) Cena opcji walutowych - wzory Garmana-Kohlhagena (iii) Opcje na kontrakty futures - wzory Blacka (iv) Opcje na akcje z dywidendą gotówkową	W1, U1
2.	2. Przykłady opcji egzotycznych (i) Opcje binarne, opcje złożone (ii) Zastosowanie zasady symetrii w wycenie opcji (iii) Przykłady opcji zależnych od ścieżki: opcje wsteczne (lookback), barierowe, azjatyckie (iv) Przykłady zastosowań: lokaty strukturyzowane	W2, U1, K1
3.	3. Wykorzystanie opcji w osłonie przed ryzykiem (hedging) (i) Strategie opcyjne: ryzyko i stopa zwrotu (ii) Parametry greckie, delta-gamma hedging (iii) Wpływ pozycji w opcjach na miary ryzyka (wariancja, VaR) portfela aktywów (iv) Przykłady błędów w zarządzaniu ryzykiem: tzw toksyczne opcje walutowe i inne	W3, U2, U3
4.	4. Kontrakty i opcje na stopy procentowe (i) Stopy forward i kontrakty FRA (ii) Kontrakty swapowe: IRS, CIRS (iii) Opcje cap, floor, collar na stopę procentową (iv) Przykłady zastosowań: zmiana charakteru zobowiązań za pomocą opcji i kontraktów swap	W3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, gra dydaktyczna, analiza przypadków, rozwiązywanie zadań, grywalizacja, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem do egzaminu na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	projekt, prezentacja	Wykonanie projektu w grupach i przedstawienie prezentacji na ćwiczeniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30

przygotowanie projektu	30
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	egzamin pisemny	projekt	prezentacja
W1	x		
W2	x		
W3	x		
U1		x	x
U2		x	x
U3		x	x
K1		x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Modele statystyczne z wykorzystaniem narzędzi SAS

Nazwa przedmiotu Modele statystyczne z wykorzystaniem narzędzi SAS			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Statystyka 2 lub Ekonometria.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	metody statystyczne będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować poznane podczas wykładu metody statystyczne, wymienione w polu Treść sylabusa.	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykorzystania poznanych podczas wykładu metod statystycznych.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Modele liniowe; procedury reg, glmselect, score. Regresja grzbietowa; procedura reg. Regresja odporna; procedura robustreg. Metoda lasso; procedura glmselect. 2. Uogólnione modele liniowe; procedury logistic, genmod. 3. Modele liniowe mieszane; procedura mixed. 4. Modele nieliniowe; procedura nlin. 5. Analiza przeżycia – model nieparametryczny (estymator Kaplana-Meiera), model Coxa; procedury lifetest, phreg. 6. Analiza korespondencji. 7. Analiza składowych głównych; procedura princomp.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Sprawdziany pisemne/komputerowe, projekt w SAS oraz aktywność na zajęciach.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wstęp do próbkowania oszczędnego

Nazwa przedmiotu Wstęp do próbkowania oszczędnego			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Algebra liniowa z geometria 1 i 2, Analiza funkcjonalna

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia będące przedmiotem kursu, opisane w polu "Treść sylabusa"	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować twierdzenia i techniki dowodowe zaprezentowane na wykładzie do rozwiązywania problemów matematycznych.	MKO_K2_U01
U2	zaimplementować podstawowe algorytmy zaprezentowane na wykładzie i potrafi przetestować je na losowym przykładzie.	
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	pogłębiania swojej wiedzy w temacie próbkowania oszczędnego zarówno poprzez czytanie fachowej literatury jak i dyskusję ze specjalistami w danej dziedzinie.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Pojęcia rzadkość i kompresowalności wektorów (sygnałów), problem minimalnej liczby pomiarów potrzebnych do rekonstrukcji wektorów s-rzadkich, NP- trudność problemu minimalizacji normy l_0; 2. Podstawowe algorytmy stosowane w próbkowaniu oszczędnym (algorytmy związane z metodami optymalizacji, algorytmy zachłanne, algorytmy typu thresholding); 3. Rekonstrukcja sygnałów oparta o minimalizację normy l_1 (warunek konieczny i wystarczający, stabilność rekonstrukcji, rekonstrukcja uwzględniająca błąd pomiaru, zastosowanie do szczególnych sygnałów); 4. Koherencja macierzy pomiaru i jej własności, analiza rekonstrukcji przy pomocy pojęcia koherencji; 5. Własność ograniczonej izometrii (własność RIP), stała ograniczonej izometrii i jej własności , analiza rekonstrukcji wykorzystująca RIP. 6. Zastosowania, motywacje i rozszerzenia tematyki próbkowania oszczędnego.	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń, przystąpienie do egzaminu i uzyskanie pozytywnej oceny
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach i prace domowe

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do zajęć	90
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
U2		x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Nowoczesna teoria całki

Nazwa przedmiotu Nowoczesna teoria całki			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna I i II

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy teorii całki Henstocka-Kurzweila.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować zdobytą wiedzę w prostych przykładach.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	precyzyjnego zapisywania i wyjaśniania prezentowanych rozumowań i krytycznego spojrzenia wobec nich.	MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Definicja i podstawowe własności całki Henstocka-Kurzweila.	W1, U1, K1
2.	Związki z całkami: Riemanna, Lebesgue'a, i niewłaściwą całką Riemanna.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń. Zaliczenie wykładów następuje po zdaniu egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Obecność na zajęciach, pozytywna bieżąca ocena (odpytywanie na bieżąco), pozytywnie ocenione sprawdziany pisemne.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	1
przygotowanie do egzaminu	45
przygotowanie do ćwiczeń	45

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 151
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wprowadzenie do analizy niearchimedesowej

Nazwa przedmiotu Wprowadzenie do analizy niearchimedesowej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry, topologii i analizy matematycznej 1, 2 i 3. Obowiązkowy udział w ćwiczeniach.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa, oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	krytycznej analizy prezentowanych rozumowań i wyjaśniania kolejnych przejść logicznych oraz do samodzielnego kształcenia się.	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Zupełne ciała nie-archimedesowe. 2. Pierścienie ściśle zbieżnych szeregów potęgowych (algebry Tate'a). 3. Homomorfizmy i norma Gaussa. 4. Twierdzenia Weierstrassa o dzieleniu i przygotowawcze. 5. Wielomiany Weierstrassa i twierdzenie o skończoności. 6. Teoria Rückerta. 7. Zastosowanie do uzyskania własności algebraicznych algebr Tate'a. 8. Algebry afinoidalne i ich homomorfizmy. 9. Twierdzenie Noether o normalizacji. 10. Spektrum algebry afinoidalnej. 11. Rozmaitości i odwzorowania afinoidalne. 12. Twierdzenie Hilberta o zerach.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem do egzaminu na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych, referaty, kartkówki

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Słabe rozwiązania równań różniczkowych cząstkowych

Nazwa przedmiotu Słabe rozwiązania równań różniczkowych cząstkowych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

analiza matematyczna

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu wymienione w treści sylabusa	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować podane na wykładzie twierdzenia i techniki dowodowe	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Słaba pochodna funkcji. Przestrzenie Sobolewa. Nierówność Poincarego. Twierdzenie Rellicha. Słabe rozwiązania dla równań eliptycznych. Wykorzystanie twierdzenia Riesza o postaci funkcjonału, twierdzenia Laxa-Milgrama. Operatory zwarte, gęsto określone operatory domknięte, pojęcie rezolwenty i jej podstawowe własności. Konsekwencje zwartości rezolwenty dla operatora Laplace'a. Elementy teorii półgrup: generator półgrupy i jego własności, twierdzenie Hille'a-Yosidy. Zastosowanie teorii półgrup dla ewolucyjnych równań różniczkowych cząstkowych.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę	pozytywna ocena z egzaminu ustnego poprzedzona zaliczeniem ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność poprzez rozwiązywanie zadań i/lub sprawdzian pisemny

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Ekonomia menedżerska

Nazwa przedmiotu Ekonomia menedżerska			
Klasyfikacja ISCED 0311 Ekonomia		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawowe wiadomości z mikroekonomii

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu ekonomii menedżerskiej. Zapoznanie studentów ze sposobami zapisu sytuacji decyzyjnych w języku matematyki, a następnie znajdywania rozwiązań optymalnych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	struktury funkcjonujące w przebiegu procesów zarządzania oraz matematyczne metody znajdowania rozwiązań optymalnych	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	budować modele matematyczne opisujące sytuacje decyzyjne oraz znajdywać rozwiązania optymalne	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	uzupełniania nabytej wiedzy i umiejętności	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Ogólna charakterystyka ekonomii menedżerskiej. 2. Funkcje produkcji i kosztu. 3. Optymalizacja procesu produkcyjnego. 4. Budowa i wykorzystanie modeli: wyboru optymalnego asortymentu produkcji, wyboru procesu technologicznego, mieszanek. 5. Zagadnienia transportowe i problemy sprowadzalne do zagadnień transportowych. 6. Model przydziału zadań. 7. Podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka i niepewności.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywny udział w ćwiczeniach, wykonanie zadań domowych oraz pozytywny wynik końcowy ze sprawdzianów pisemnych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	70
Przygotowanie do sprawdzianów	20
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Ekonometria dynamiczna i finansowa

Nazwa przedmiotu Ekonometria dynamiczna i finansowa			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawowe wiadomości ze statystyki, teorii procesów stochastycznych i ekonometrii

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zaznajomienie studentów z modelami oraz narzędziami ekonometrii dynamicznej i finansowej. Wykształcenie umiejętności opisu oraz prognozowania zmienności cen.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wybrane współczesne modele oraz narzędzia ekonometrii dynamicznej i finansowej. Posiada podstawową wiedzę na temat modelowania szeregów czasowych za pomocą procesów stochastycznych.	MKO_K2_W02
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	budować, estymować, weryfikować modele opisujące zjawiska makroekonomiczne i finansowe oraz interpretować uzyskane wyniki.	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	uzupełniania nabytej wiedzy i umiejętności oraz potrafi tę potrzebę zaspokajać.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Procesy ARMA w ekonometrii. 2. Testy pierwiastka jednostkowego. 3. Procesy niestacjonarne w zakresie średniej lub w zakresie wariancji (trend stacjonarny a trend stochastyczny). 4. Modele regresji liniowej dla procesów niestacjonarnych. 5. Koncepcja kointegracji. 6. Badanie kointegracji CI(1,1). 7. Wybrane procesy stochastyczne o warunkowej heteroskedastyczności (ARCH, GARCH, IGARCH, EGARCH, GJRGARCH, GARCH-in-Mean, APARCH). 8. Prognozowanie zmienności w modelach GARCH. 9. Modele wariancji stochastycznej (SV). Zastosowania procesów GARCH do modelowania zmienności danych finansowych oraz w analizie ryzyka.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywny udział w ćwiczeniach, wykonanie zadań domowych oraz pozytywny wynik końcowy ze sprawdzianów pisemnych

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	70
przygotowanie do sprawdzianu	20
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologia ujarzmiona: geometria o-minimalna

Nazwa przedmiotu Topologia ujarzmiona: geometria o-minimalna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

podstawy topologii i algebry

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie zbioru semialgebraicznego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	pojęcie zbioru semiliniowego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W3	pojęcie zbioru definiowalnego w strukturze o-minimalnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W4	twierdzenie o monotoniczności funkcji jednej zmiennej definiowalnej w strukturze o-minimalnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W5	pojęcie rozkładu komórkowego zgodnego z zadaną rodziną zbiorów definiowalnych w strukturze o-minimalnej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W6	własności topologiczne zbiorów definiowalnych w strukturze o-minimalnej; twierdzenie o składowych spójnych	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W7	wymiar i charakterystyka Eulera zbioru definiowalnego	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W8	curve selecting lemma.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05

W9	twierdzenie o kierunkach regularnych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W10	stratyfikacje i triangulacje.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W11	twierdzenie o trywializacji rodzin parametrycznych.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
W12	zbiory subanalityczne jako przykład struktury o-minimalnej.	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozpoznać zbiory semialgebraiczne, semiliniowe i subanalityczne	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U2	zastosować odpowiedni algorytm, aby zbudować rozkład komórkowy zgodny z zadaną rodziną zbiorów semialgebraicznych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
U3	zastosować twierdzenie o monotoniczności w prostych przypadkach	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04
U4	określić wymiar zbioru semialgebraicznego i - ogólnej - definiowalnego w strukturze o-minimalnej	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U5	zastosować twierdzenie o kierunkach regularnych	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
U6	operować różnego rodzaju stratyfikacjami jako podstawowym narzędziem	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	zastosowania metod geometrii o-minimalnej do zagadnień matematycznych i w innych dziedzinach nauki	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Definicja struktury o-minimalnej.	W3, K1
2.	Zbiory semialgebraiczne jako przykład struktury o-minimalnej.	W1, U1, K1
3.	Twierdzenie o monotoniczności.	W1, W2, W4, U3, K1
4.	Rozkład komórkowy zgodny ze skończoną rodziną zbiorów definiowalnych	W1, W2, W3, W5, U2, K1
5.	Własności topologiczne; twierdzenie o składowych spójnych.	W1, W10, W2, W3, W6, U2, K1
6.	Wymiar i charakterystyka Eulera zbioru definiowalnego.	W1, W2, W3, W5, W7, U2, U4, K1
7.	Curve selecting lemma.	W1, W2, W3, W4, W6, W8, U4, K1
8.	Twierdzenie o kierunkach regularnych.	W1, W2, W3, W7, W9, U5, K1
9.	Stratyfikacje i triangulacje.	W1, W10, W12, W2, W3, U5, U6, K1

10.	Twierdzenie o trywializacji rodzin parametrycznych.	W1, W10, W11, W12, W2, W3, U6, K1
11.	Zbiory subanalityczne jako przykład struktury o-minimalnej.	W1, W12, W2, W3, U1, U4, K1
12.	Struktura o-minimalna generowana przez zbiory subanalityczne i funkcję wykładniczą.	W12, W3, U1, U6, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywnie zdany egzamin
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	obecność i aktywność na ćwiczeniach (dopuszcza się nieobecność na co najwyżej dwóch ćwiczeniach - usprawiedliwione)

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	60
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
W4	x	x
W5	x	x
W6	x	x
W7	x	x
W8	x	x
W9	x	x
W10	x	x
W11	x	x
W12	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
U4	x	x
U5	x	x
U6	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Analiza stochastyczna

Nazwa przedmiotu Analiza stochastyczna			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Procesy Stochastyczne

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna zagadnienia, definicje, twierdzenia (z dowodami) wpisane w polu ``Treść Sylabusa''	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi podać definicje, twierdzenia (z dowodami), rozwiązywać zadania związane z badanymi zagadnieniami podanymi w polu ``Treść Sylabusa"	MKO_K2_U01, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1.Całka Ito (jako martyngał całkowany z kwadratem i jako lokalny martyngał). 2.Wzór Ito. 3. Twierdzenie Girsanowa i równoważność rozkładów procesów Ito. 4. Silne rozwiązania Stochastycznych Rąwnań Różniczkowych. 5. Twierdzenie Zwonkina-Veretennikova o istnieniu i jedyności rozwiązań dla równań z niezdegenerowaną dyfuzją. 6.. Słabe rozwiązania Stochastycznych Równań Różniczkowych. 7. Czasy lokalne, wzór Tanaki. 8. Oszacowania Krylowa i zastosowania dla równań z nieregularnymi współczynnikami. 9. Wzory Feynmanna-Kaca. 10. Problem martyngałowy	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Znajomość twierdzeń i definicji podanych na wykładzie
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena ze sprawdzianów, aktywny udział w zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	29
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Sterowanie stochastyczne w czasie ciągłym

Nazwa przedmiotu Sterowanie stochastyczne w czasie ciągłym			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Procesy stochastyczne (wskazane Analiza stochastyczna lub Analiza stochastyczna w finansach, Sterowanie stochastyczne w czasie dyskretnym)

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	Student zna zagadnienia, definicje, twierdzenia (z dowodami) wpisane w polu ``Treść Sylabusa''	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	Student potrafi podać definicje, twierdzenia (z dowodami), rozwiązywać zadania związane z badanymi zagadnieniami podanymi w polu ``Treść Sylabusa"	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Zagadnienie optymalnego sterowania (przypadek deterministyczny). Twierdzenie weryfikacyjne dla deterministycznego sterowania. Zasada maksimum Pontriagina. Problem Liniowo-Kwadratowy; rozwiązanie za pomocą twierdzenia weryfikacyjnego i za pomocą zasady maksimum). Zagadnienie optymalnego sterowania (przypadek stochastyczny). Twierdzenie weryfikacyjne dla stochastycznego sterowania. Problem inwestora (Mertona). Problem Markowica. Rozwiązania lepkościowe (viscosity). Optymalne stopowanie (problem sprzedaży, wydobycia). Sterowanie impulsowe (problem dywidend). Sterowanie singularne. Sterowanie ergodyczne.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Znajomość definicji i twierdzeń podanych w trakcie wykładu, umiejętność rozwiązywania zadań analizowanych w trakcie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena ze sprawdzianów, aktywny udział w ćwiczeniach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologiczna teoria punktów stałych

Nazwa przedmiotu Topologiczna teoria punktów stałych			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowe wiadomości z topologii (w tym topologii algebraiczenej) i analizy matematycznej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	znajomość najważniejszych twierdzeń z topologicznej teorii punktów stałych	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	twierdzenia z teorii punktów stałych: dowodzenie i stosowanie w wybranych działach matematyki	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Stopień Brouwera, indeks punktu stałego, twierdzenie Lefschetza o punkcie stałym i jego konsekwencje, twierdzenie Poincare'go-Birkhoffa o punktach stałych odwzorowań skręcających pierścienia, podstawy teorii Nielsena, punkty okresowe i informacja o funkcji zeta	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zdanie końcowego egzaminu na ocenę pozytywną
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie zadań przygotowanych przez asystenta

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	60
przygotowanie do ćwiczeń	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Foundations of homology theory

Nazwa przedmiotu Foundations of homology theory			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Foundations of homology theory			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawowa wiedza dotycząca teorii homologii i jej zastosowań	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosowania narzędzi algebraicznych w topologii	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy teorii homologii z zastosowaniami do problemów topologii przestrzeni eukldesowych, w tym: twierdzenie Brouwera o punkcie stałym, twierdzenie Jordana-Brouwera o rozbiciu, twierdzenie Poincare'go-Brouwera o zaczesywaniu sfery, twierdzenie Borsuka-Ulama o odwzorowaniach antypodycznych	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Positive assessment of the final exam
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Passing exercises prepared by the teaching assistant

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	60
przygotowanie do ćwiczeń	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Teoria operatorów III

Nazwa przedmiotu Teoria operatorów III			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Analiza Funkcjonalna, Analiza Funkcjonalna II, Teoria operatorów II

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa, wraz z ich dowodami	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wskazywać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusa; oraz stosować poznane techniki dowodowe	MKO_K2_U04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Jednym z zagadnień teorii operatorów jest badanie ich własności spektralnych oraz budowanie modeli dla wyselekcjonowanych klas operatorów. W pewnym sensie, z tego punktu widzenia, ideałem wśród operatorów jest operator normalny. Mniej więcej od połowy ubiegłego wieku zaczęto wprowadzać i badać nowe klasy operatorów których własności spektralne w mniejszym lub większym stopniu przypominają te dla operatorów normalnych. Wśród nich są między innymi operatory subnormalne i hiponormalne. Takich klas operatorów jest więcej. Jednym z narzędzi pozwalającym na znalezienie relacji pomiędzy nimi są nierówności operatorowe. Nierówności te są interesujące same w sobie. Jednym z celów tego wykładu będzie wykazanie nierówności Younga, Höldera-McCarty'ego, Löwnera-Heinza, Furuty oraz Selberga.	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	28
przygotowanie do ćwiczeń	90
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Języki programowania do przetwarzania danych

Nazwa przedmiotu Języki programowania do przetwarzania danych			
Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry oraz informatyki (podstawowa wiedza w zakresie programowania).

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna podstawowe typy danych, struktury, procedury, biblioteki wykorzystywane w Pythonie, Matlabie.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi posługiwać się różnymi typami danych w Pythonie i Matlabie; programować w Pythonie i Matlabie, używać pętli, instrukcji warunkowych, tworzyć własne funkcje; prezentować graficznie dane.	MKO_K2_U04, MKO_K2_U05
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	potrafi pracować w grupie przy realizacji wspólnego projektu; rozumie potrzebę samokształcenia oraz doskonalenia zawodowego; rozumie potrzebę krytycznego analizowania danych i programów.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi środowiskami obliczeniowymi /numerycznymi: Python, Matlab oraz nabycie przez Nich umiejętności programowania w tych językach. Będziemy rozwiązywać wybrane problemy z zakresu algebry liniowej, metod numerycznych, teorii prawdopodobieństwa i statystyki. Podstawowe zagadnienia: 1. Podstawy języka Python i Matlab 2. Pakiety, moduły i biblioteki 3. Operacje na wektorach, macierzach, listach, słownikach, itd. 4. Iteratory i generatory 5. Dane wejściowe i wyjściowe (pliki i strumienie) 6. Obliczenia naukowe (numpy) 7. Wizualizacja danych 8. Statystyczna analiza danych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwersatoryjny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt	pozytywna ocena z projektu, pozytywna ocena z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie	aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	25
przygotowanie do zajęć	30
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	45
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 160
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	projekt	zaliczenie
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Funkcje specjalne. Wybrane zagadnienia

Nazwa przedmiotu Funkcje specjalne. Wybrane zagadnienia			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

wybrane zagadnienia z teorii równań różniczkowych zwyczajnych: równania różniczkowe liniowe rzędu drugiego (nie jest wymagane ukończenie pełnego kursu równań różniczkowych zwyczajnych), podstawy teorii funkcji jednej zmiennej zespolonej (nie jest wymagany pełny kurs funkcji analitycznych)

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z wybranymi klasami funkcji specjalnych i ich zastosowaniami w naukach ścisłych, przyrodniczych i technicznych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	własności funkcji gamma i beta Eulera i ich zastosowania	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W2	własności klasycznych wielomianów ortogonalnych i ich zastosowania	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
W3	własności funkcji Bessela i ich zastosowania	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować funkcje gamma i beta Eulera w wybranych zagadnieniach	MKO_K2_U01
U2	stosować klasyczne wielomiany ortogonalne w wybranych zagadnieniach	MKO_K2_U01
U3	stosować funkcje Bessela w wybranych zagadnieniach	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		

K1	samodzielnego zgłębiania wiedzy i umiejętności	MKO_K2_K01
K2	przekazywania zdobytej wiedzy i umiejętności w mowie i piśmie w sposób zrozumiały	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Funkcja gamma Eulera i jej własności	W1, U1, K1, K2
2.	Funkcja beta Eulera i jej własności	W1, U1, K1, K2
3.	Zastosowania funkcji gamma i beta Eulera	W1, U1, K1, K2
4.	Klasyczne wielomiany ortogonalne i ich własności	W2, U2, K1, K2
5.	Wielomiany Czebyszewa I i II rodzaju i ich zastosowania	W2, U2, K1, K2
6.	Wielomiany Legendre'a, wielomiany Laguerre'a, wielomiany Hermite'a i ich zastosowania	W2, U2, K1, K2
7.	Funkcje Bessela I rodzaju i ich własności	W3, U3, K1, K2
8.	Funkcje Bessela II rodzaju i ich wlasności	W3, U3, K1, K2
9.	Uogólnione funkcje Bessela	W3, U3, K1, K2
10.	Zastosowania funkcji Bessela	W3, U3, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	zaliczenie ćwiczeń i pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	systematyczna praca na ćwiczeniach w ciągu semestru oraz zaliczenie sprawdzianów na ocenę pozytywną

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	27
uczestnictwo w egzaminie	3

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
W2	x	x
W3	x	x
U1	x	x
U2	x	x
U3	x	x
K1	x	x
K2	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Łańcuchy Markowa i zastosowania

Nazwa przedmiotu Łańcuchy Markowa i zastosowania			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Rachunek Prawdopodobieństwa

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia i pojęcia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować narzędzia teoretyczne poznane podczas wykładu, wymienione w polu Treść sylabusa	MKO_K2_U01, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	precyzyjnego formułowania problemów, precyzyjnego zapisu i wyjaśnienia prostym językiem przeprowadzonego rozumowania.	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Przedstawiona zostanie teoria łańcuchów Markowa na ciągłej przestrzeni stanów (na przestrzeniach polskich) ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień: 1. Twierdzenia ergodyczne oraz zastosowania: Reprezentacja łańcucha Markowa, miara stacjonarna, norma całkowitego wahania miary, nieredukowalność łańcucha, nieokresowość łańcucha, zbiory małe, warunki dryfu oraz: ergodyczność łańcucha, prawa wielkich liczb i centralne twierdzenie graniczne dla łańcuchów Markowa, zbieżność geometryczna do miary stacjonarnej, zastosowania twierdzeń ergodycznych do metod MCMC (Markov Chain Monte Carlo) 2. Łańcuchy Markowa zadane przez kontrakcje oraz zastosowania do teorii fraktali: Kontrakcje, słaba zbieżność miar probabilistycznych z metryką Wassersteina, metryka Hausdorffa oraz operator Barnsleya, asymptotyczna stabilność łańcucha, fraktale 3. Łańcuchy Markowa w optymalizacji: Układy dynamiczne na miarach probabilistycznych i funkcja Lyapunova, zbieżność stochastyczna, zbieżność leniwa, zbieżność wykładnicza, algorytm stochastyczny, algorytm ewolucyjny,	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona pozytywną oceną z ćwiczeń (w przypadku oceny z ćwiczeń nie wyższej niż 3,5 można przystąpić jedynie do egzaminu pisemnego co daje ocenę końcową maksymalnie 3,5; w przypadku oceny z ćwiczeń co najmniej 4 można dokonać wyboru pomiędzy egzaminem pisemnym lub egzaminem ustnym - na egzaminie ustnym można uzyskać dowolny stopień końcowy)
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	sprawdziany pisemne oraz aktywność na zajęciach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny / ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Wstęp do kryptografii matematycznej

Nazwa przedmiotu Wstęp do kryptografii matematycznej			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry i algebry liniowej.

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zaznajomienie słuchaczy z podstawowymi problemami oraz metodami kryptografii matematycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	twierdzenia i przykłady będące przedmiotem wykładu wraz z ich dowodami	MKO_K2_W02, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wyjaśnienia znaczenia kryptografii we współczesnym społeczeństwie	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Pierwiastki prymitywne, logarytm dyskretny i protokół Diffiego-Hellmana. Rozkład liczb na czynniki pierwsze (metoda $p-1$ Pollarda, metoda Fermata) i RSA. Podpis cyfrowy (podpis RSA i schemat ElGamal). Prawdopodobieństwo i teoria informacji. Krzywe eliptyczne (logarytm dyskretny na krzywych eliptycznyc, algorytm Lenstry).	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach oraz zaliczenie dwóch sprawdzianów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do ćwiczeń	70
Przygotowanie do sprawdzianów	20
przygotowanie do egzaminu	28
uczestnictwo w egzaminie	2

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Topologia w analizie danych i dynamice

Nazwa przedmiotu Topologia w analizie danych i dynamice			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 2, Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Matematyka	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw topologii z kursu analizy i/lub kursu topologii

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcie przestrzeni topologicznej, skończonej przestrzeni topologicznej, układu dynamicznego, kombinatorycznego układu dynamicznego, kombinatorycznej teorii Morse'a, rozkładów Morse'a, indeksu Conleya	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	zastosować poznane metody topologiczne w analizie danych, analizie obrazów, analizie próbkowanych układów dynamicznych	MKO_K2_U01
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	absolwent jest gotów do gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych, odnośnie zagadnień analizy danych statycznych i dynamicznych przy wykorzystaniu metod topologicznych	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Przestrzenie topologiczne, skończone przestrzenie topologiczne, twierdzenie Alexandrowa, twierdzenie McCorda, kombinatoryczna teoria Morse'a, kombinatoryczne układy dynamiczne, rozkłady Morse'a, graf Conleya-Morse'a	W1, U1, K1
2.	Homologie persystentne, związki z kombinatoryczną teorią Morse'a, topologiczna analiza danych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Uzyskanie minimum 50% średniej z ćwiczeń i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Uzyskanie minimum 50% średniej z ćwiczeń

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do zajęć	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
przygotowanie do egzaminu	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Historia matematyki 1

Nazwa przedmiotu Historia matematyki 1			
Klasyfikacja ISCED 0229 Przedmioty humanistyczne (z wyłączeniem języków) gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Historia	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone studia I stopnia i ogólna kultura matematyczna

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z historią matematyki od czasów starożytnych do końca XVI wieku

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna historię powstania podstawowych pojęć matematycznych do końca XVI wieku	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
W2	zna najważniejsze postaci w historii matematyki do XVI wieku oraz ich najważniejsze osiągnięcia	MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	umie skojarzyć nazwiska matematyków z dziełami i rezultatami	MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	rozumie cywilizacyjne znaczenie matematyki i jej zastosowań	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Na wykładzie przedstawiona jest historia matematyki od czasów najdawniejszych do XVII wieku. Matematyka babilońska i egipska. Przejście od metody empirycznej do dedukcyjnej w matematyce - przełom dorycki. Pitagorejczycy i ich wyniki. Okres "helleński" w matematyce greckiej: Hipokrates z Hios, Parmenides, Zenon z Elei, Akademia Platońska. Okres aleksandryjski: Euklides i "Elementy", Archimedes, Apoloniusz. Epigoni, okres schyłkowy. Heron, Klaudiusz Ptolemeusz, Pappus, Diofantos, Hypatia. Matematyka chińska i indyjska. Wczesne Średniowiecze - matematycy i dzieła. Matematyka arabska. Matematyka późnego Średniowiecza. Przełom Odrodzenia - Cardano i Tartaglia, inni matematycy XVI wieku. Wiek XVII początek rewolucji w matematyce.	W1, W2, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	obecności na zajęciach i odpowiednia wiedza z wykładów

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do zajęć	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
W2	x
U1	x
K1	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Psychologia ogólna

Nazwa przedmiotu Psychologia ogólna			
Klasyfikacja ISCED 0313 Psychologia		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć konwersatorium: 45		**Liczba punktów ECTS** 2	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Psychologia	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Obecność na zajęciach jest obowiązkowa.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	student zna psychologiczne koncepcje człowieka. Kontekst psychologiczny projektowania procesów edukacyjnych i wychowawczych.	
W2	podstawowe pojęcia psychologii: procesy poznawcze, spostrzeganie, pamięć, uwaga, uczenie się, myślenie i rozumowanie, rozwiązywanie problemów, błędy rozumowania, emocje i motywacja w procesach regulacji zachowania, temperament i osobowość, zdolności i uzdolnienia, stres.	
W3	zachowania społeczne i ich uwarunkowania: poznanie społeczne, stereotypy, uprzedzenia, procesy grupowe, komunikaty społeczne: asertywne, agresywne i uległe,	
W4	przebieg rozwoju psychicznego człowieka.	
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	rozpoznawać prawidłowe i niewłaściwe procesy i zjawiska psychiczne.	

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Psychologiczne koncepcje człowieka. Kontekst psychologiczny projektowania procesów edukacyjnych i wychowawczych.	W1, U1
2.	Podstawowe pojęcia psychologii: procesy poznawcze, spostrzeganie, pamięć, uwaga, uczenie się, myślenie i rozumowanie, rozwiązywanie problemów, błędy rozumowania, emocje i motywacja w procesach regulacji zachowania, temperament i osobowość, zdolności i uzdolnienia, stres.	W2, U1
3.	Zachowania społeczne i ich uwarunkowania: poznanie społeczne, stereotypy, uprzedzenia, procesy grupowe, komunikaty społeczne: asertywne, agresywne i uległe	W3, U1
4.	Psychologia rozwoju człowieka	W4, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	test zaliczeniowy

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
konwersatorium	45
przygotowanie do egzaminu	15
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 60
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 45

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
W2	x
W3	x
W4	x
U1	x

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Filozofia

Nazwa przedmiotu Filozofia			
Klasyfikacja ISCED 0223 Filozofia i etyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 3
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Filozofia	
Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak			

Wymagania wstępne i dodatkowe

brak

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Filozofia jest jednym z elementów ogólnej edukacji w Uniwersytecie Jagiellońskim. Pozwala nie tylko na rozszerzenie horyzontów myślowych młodych ludzi, ale też na głębsze zrozumienie związków studiowanej przez nich dziedziny nauki z całością kulturowego dziedzictwa ludzkości. Kurs filozofii dla studentów informatyki jest kursem profilowanym pod kątem zagadnień związanych z filozofią i metodologią ogólną nauki oraz zagadnień filozoficznych specyficznych dla dziedziny informatyki, dzięki czemu pełni nie tylko rolę humanizującą, ale i przygotowującą do pracy naukowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	wiedzę z filozofii i filozofii informacji oraz filozoficznych problemów sztucznej inteligencji	MKO_K2_W04, MKO_K2_W05
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykazywać się krytycznym i samodzielnym podejściem do zagadnień filozoficznych i naukowych; rozpoznawać i odpowiednio (w sposób metodologicznie poprawny) ujmować problemy z zakresu filozofii oraz filozoficznych podstaw nauk szczegółowych; poszerzyć zakres własnej autonomiczności w podejmowaniu i rozwiązywaniu problemów naukowych.	MKO_K2_U03, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06

Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	poszerzenia wiedzy z zakresu dziejów myśli filozoficznej i naukowej; zwiększania samodzielności (myślenia i badań) w podejściu do problemów stawianych na gruncie własnej dyscypliny naukowej;	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Treści omawiane obejmują grupy zagadnień: a) Historia głównych zagadnień filozofii: ontologia, epistemologia, podstawowe elementy metodologii b) podstawowe problemy współczesnej filozofii nauk przyrodniczych:racjonalność a sceptycyzm relacja nauki i wiary, c) elementy etyki i etyki społecznej z uwzględnieniem kwestii wartości w nauce: etyka szczęścia a etyka moralności, główne nurty etyki społecznej: liberalizm, marksizm, chrześcijańska etyka społeczna, problem wartości etycznych w nauce d) elementy filozofii informacji: ilościowa vs jakościowa teoria informacji, filozoficzne problemy sztucznej inteligencji e) nowe trendy we współczesnej filozofii nauki: problem ciało-umysł, kognitywistyka	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie pisemne	
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	30
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie pisemne	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Konsultacje indywidualne

Nazwa przedmiotu Konsultacje indywidualne			
Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** obowiązkowy	
Sposób realizacji i godziny zajęć konwersatorium: 10		**Liczba punktów ECTS** 16	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka, Matematyka	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie z metodologią badań naukowych, redagowania tekstu pracy dyplomowej lub publikacji naukowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	pojęcia, twierdzenia, hipotezy, metody dowodzenia twierdzeń z wybranego działu matematyki	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W03, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06, MKO_K2_W07
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	samodzielnie przestudiować wskazaną literaturę, w tym literaturę w języku obcym, oraz przedstawić ustnie i pisemnie wybrane zagadnienie matematyki	MKO_K2_U01, MKO_K2_U02, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U05, MKO_K2_U06, MKO_K2_U07
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	przedstawienia (także niespecjalistom) wybranych zagadnień matematyki	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04
K2	samodzielnego poszukiwania informacji i krytycznego oceniania informacji	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Analiza wybranych publikacji związanych z danym zagadnieniem matematyki współczesnej	W1, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie na ocenę	regularny udział w konsultacjach i przedstawienie pracy dyplomowej w ostatecznej formie akceptowanej przez kierującego pracą

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
konwersatorium	10
przygotowanie pracy dyplomowej	470
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 480
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 10

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie na ocenę
W1	x
U1	x
K1	x
K2	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Historia matematyki 2

Nazwa przedmiotu Historia matematyki 2			
Klasyfikacja ISCED 0229 Przedmioty humanistyczne (z wyłączeniem języków) gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30		**Liczba punktów ECTS** 3	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Historia	

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs historia matematyki 1 i ogólna kultura matematyczna

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z najważniejszymi faktami historii matematyki od XVII wieku do czasów współczesnych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zna historię powstania podstawowych pojęć matematycznych od k XVII wieku do końca XX wieku.	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
W2	zna najważniejsze postaci w historii matematyki od XVII wieku do końca XX wieku oraz ich najważniejsze osiągnięcia	MKO_K2_W02, MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	umie skojarzyć nazwiska matematyków z dziełami i rezultatami	MKO_K2_U01, MKO_K2_U03, MKO_K2_U04, MKO_K2_U06
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	docenia znaczenie historii matematyki w zrozumieniu matematyki współczesnej	MKO_K2_K01, MKO_K2_K02, MKO_K2_K04
K2	rozumie potrzebę popularnego przedstawiania niespecjalistom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

K3	rozumie cywilizacyjne znaczenie matematyki i jej zastosowań	MKO_K2_K01, MKO_K2_K03, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Historia matematyki od XVII (uzupełnienie z pierwszej części) do końca XX wieku. Matematyka i matematycy XVII i XVIII wieku, w szczególności rodzina Bernoullich, powstanie i rozwój rachunku różniczkowego i całkowego. Wiek XVIII - Euler, Lagrange, d'Alembert, Gauss, Lambert Nowe dziedziny matematyki: równania różniczkowe, rachunek wariacyjny, geometria różniczkowa. Matematyka i matematycy XIX wieku. Matematyka i matematycy XX wieku. Problem konstruowalności - problemy starożytnych. Problem rozwiązań równań przez pierwiastniki. Narodziny geometrii nieeuklidesowej, geometria rzutowa i różniczkowa. Nowe oblicze algebry. Przestrzenie wielowymiarowe. Problemy Hilberta, problemy milenijne. Hipoteza Riemanna. Hipoteza Poincarego. Polska szkoła matematyczna. Kongresy matematyków, nagrody w matematyce.	W1, W2, U1, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	obecność na zajęciach i wiedza uzyskana na wykładach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
przygotowanie do zajęć	60
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 90
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia
	zaliczenie
W1	x
W2	x
U1	x
K1	x
K2	x
K3	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Psychologia

Nazwa przedmiotu Psychologia			
Klasyfikacja ISCED 0313 Psychologia		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** zaliczenie	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 5	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Psychologia	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	po zaliczeniu przedmiotu student posiada podstawową wiedzę: • dotyczącą funkcjonowaniu człowieka w ujęciu biopsychospołecznym, ze szczególnym uwzględnieniem procesów poznawczych i emocjonalno-motywacyjnych • z zakresu poznania społecznego • o zasadach skutecznej komunikacji i efektywnej współpracy w zespole	
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	student nabywa umiejętności: • rozwija kompetencje komunikacyjne • doskonali umiejętność autoprezentacji • potrafi uzyskać wgląd we własne uczucia oraz rozumie ich wpływ na zachowania i decyzje, • rozpoznaje własną rolę w grupie społecznej • rozpoznaje uczucia towarzyszące innym osobom, reaguje w sposób empatyczny i wspierający • odróżnia zachowania asertywne od agresywnych i uległych • doskonali umiejętności rozwiązywania konfliktów • rozwija myślenie twórcze	MKO_K2_U05
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	student nabywa: • postawy akceptacji i tolerancji wobec innych • buduje gotowość do efektywnej współpracy i kooperacji	MKO_K2_K01, MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Treści wykładu: 1.Psychologia jako nauka. Psychologia a informatyka i nauka o sztucznej inteligencji. Psychologia a kognitywistyka. 2. Reprezentacje umysłowe – główne nurty w psychologii i kognitywistyce. 3. Percepcja, uwaga i świadomość, pamięć.Warunkowanie klasyczne i sprawcze. Modelowanie. 4. Myślenie i rozwiązywanie problemów. 5. Wartościowanie. 6. Język i komunikacja. 7. Emocje i poznanie. 8. Wybrane zagadnienia psychologii społecznej i ewolucyjnej (altruizm krewniaczy, altruizm odwzajemniony, dobór płciowy, rywalizacja i agresja) Dodatkowe informacje o przedmiocie zostaną podane na pierwszych zajęciach	W1, U1, K1
2.	Treści ćwiczeń: 1. Twórcze myślenie - wstęp do treningu, sztuka zadawania pytań i kombinowania; umiejętność myślenia kombinacyjnego i transformacyjnego; zaawansowane techniki twórczego rozwiązywania problemów dla kreatywnego informatyka. 2. Komunikacja interpersonalna - komunikacja werbalna i niewerbalna 3. Autoprezentacja. 4. Budowanie zespołów - dynamika pracy zespołu; Ja w zespole; wprowadzenie do tematyki konfliktów i przywództwa. 5. Wyznaczanie celów i organizacja pracy - formułowanie celów; zarządzanie sobą w czasie Dodatkowe informacje o przedmiocie zostaną podane na pierwszych zajęciach	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, burza mózgów, wykład konwersatoryjny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	
ćwiczenia	esej	

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
zbieranie informacji do zadanej pracy	10
przygotowanie eseju	20
przygotowanie do egzaminu	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	20
przygotowanie do zajęć	10

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 150
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	zaliczenie	esej
W1	x	x
U1	x	x
K1	x	x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Bezpieczeństwo systemów komputerowych

Nazwa przedmiotu Bezpieczeństwo systemów komputerowych			
Klasyfikacja ISCED 0612 Projektowanie i administrowanie baz danych i sieci		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Od studentów, którzy chcą się zapisać na kurs wymagane jest, aby znali język Python w stopniu podstawowym oraz aby w stopniu podstawowym potrafili obsługiwać dowolny system operacyjny z rodziny Linux.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	zagadnienia z różnych działów informatyki i matematyki, które mają znaczenie w bezpieczeństwie systemów komputerowych	MKO_K2_W03
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	wykorzystać narzędzia informatyczne zwiększające bezpieczeństwo systemów komputerowych oraz potrafi wskazać luki bezpieczeństwa we wskazanych systemach komputerowych (aplikacjach, komputerach, sieciach)	MKO_K2_U02
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	wykorzystania swojej wiedzy w praktyce zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi	MKO_K2_K04

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	1. Wstęp do kryptografii 2. Problem uwierzytelniania. 3. Protokół SSH 4. Protokół TLS 5. Narzędzie PGP 6. Problem wirtualnych sieci prywatnych 7. Steganografia 8. Kryptowaluty i 'blockchain' 9. Zabezpieczenia sieci WiFi 10. Bezpieczeństwo aplikacji webowych 11. Testy penetracyjne 12. Współczesne narzędzia hackerów 13. Protokoły kryptograficzne wykorzystywane do wyborów internetowych	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu, poprzedzona dopuszczeniem doń na podstawie pozytywnej oceny z ćwiczeń
laboratoria	zaliczenie na ocenę	prace domowe, kolokwium, aktywność na laboratoriach

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie do ćwiczeń	90
przygotowanie do sprawdzianu	15
przygotowanie do egzaminu	14
uczestnictwo w egzaminie	1
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin ustny	zaliczenie na ocenę
W1	x	x
U1		x
K1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Cognitive systems

Nazwa przedmiotu Cognitive systems			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Cognitive systems			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	rozumienie zasad percepcyjnych i poznawczych użytecznych w projektowaniu nowych technologii: w widzeniu maszynowym, nawigacji webowej, systemach nauczania, robotyce, crowdsourcingu itp. Rozumienie nowych technologii w systemach afektywnych, systemach noszonych na ciele itp. i ich wpływu na pojedyncze osoby i społeczeństwo.	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	potrafi czytać artykuły naukowe, oceniając krytycznie ich wkład i wskazując możliwości przezwyciężenia ich ograniczeń. Potrafi stosować idee z zakresu kognitywistyki do rozwijania nowych technologii.	MKO_K2_U03
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	dyskutować o problemach w grupie i wskazywać nowe rozwiązania. Prezentować swoje własne pomysły grupie i podejmować konstuktywną krytykę wobec idei prezentowanych przez innych członków grupy.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu

1.	Modele uwagi wzrokowej człowieka i ich zastosowanie do systemów widzenia maszynowego. Modele zachowania człowieka i zwierząt i ich zastosowanie w robotyce. Modele zachowania człowieka i ich zastosowanie w projektowaniu systemów perswazyjnych. Projektowanie systemów afektywnych. Zasady percepcji i poznania i ich zastosowanie do projektowania interfejsów człowiek-komputer i człowiek-robot. Zastosowanie zasad poznawczych do projektowania efektywnych systemów nauczania.	W1, U1
2.	Projekt grupowy: antropocentryczny system stosujący zasady percepcji i poznania, stanowiący nowość technologiczną.	K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	prezentacja	Ocena prezentacji i udziału w dyskusjach.
ćwiczenia	projekt, raport, prezentacja	Ocena projektu.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przeprowadzenie badań literaturowych	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie raportu	30

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	prezentacja	projekt	raport
W1	x		
U1	x	x	
K1	x		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Grafika komputerowa

Nazwa przedmiotu Grafika komputerowa			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Polski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, laboratoria: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Wymagania wstępne i dodatkowe

Programowanie 1, Metody programowania

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wprowadzenie w ogólne zagadnienia grafiki komputerowej
C2	Wprowadzenie w użytkowanie OpenGL

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	podstawy grafiki komputerowej	MKO_K2_W01, MKO_K2_W02, MKO_K2_W04, MKO_K2_W05, MKO_K2_W06
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	programowanie w grafice, w szczególności z wykorzystaniem OpenGL	MKO_K2_U01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Komputerowe modele barw	W1

2.	Podstawowe algorytmy graficzne	W1
3.	Przekształcenia geometryczne	W1
4.	Rzutowanie	W1
5.	Modelowanie krzywych i powierzchni	W1
6.	Podstawowe formaty plików graficznych	W1
7.	Programowanie w interfejsie graficznym	U1
8.	Podstawy ogólnego programowania graficznego	U1
9.	OopenGL - Wprowadznie	U1
10.	OpenGL - Podstawy rysowania	U1
11.	OpenGL - Podglądy kamery	U1
12.	OpenGL - Kolorowanie	U1
13.	OpenGL - Światło	U1
14.	OpenGL - Teksturowanie	U1
15.	OpenGL - Krzywe i powierzchnie	U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Zaliczenie ćwiczeń oraz zaliczenie egzaminu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie projektu programistycznego

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratoria	30
przygotowanie projektu	10
uczestnictwo w egzaminie	2
przygotowanie do egzaminu	30
przygotowanie do ćwiczeń	15
programowanie	53
Przygotowywanie projektów	10

Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia	
	egzamin pisemny	zaliczenie na ocenę
W1	x	
U1		x

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE

Wydział Matematyki i Informatyki
KARTA OPISU PRZEDMIOTU
Human-Computer communication

Nazwa przedmiotu Human-Computer communication			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Human-Computer communication			
Klasyfikacja ISCED 0619 Technologie teleinformacyjne gdzie indziej niesklasyfikowane		**Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się** egzamin	
Kierunek studiów matematyka komputerowa		**Profil studiów** ogólnoakademicki	**Okres** Semestr 4
Języki wykładowe Angielski		**Obligatoryjność** fakultatywny	
Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 30		**Liczba punktów ECTS** 6	
Poziom kształcenia drugiego stopnia	**Forma studiów** studia stacjonarne	**Dyscypliny** Informatyka	

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się
Wiedzy – Student zna i rozumie:		
W1	projketowanie zorientowane na cel, modele implementacyjne i modele mentalne, rozumienie i modelowanie użytkowników: persony i cele, podstawy projektowania: scenariusze i wymagania.	MKO_K2_W04
Umiejętności – Student potrafi:		
U1	stosować techniki zorientowane na użytkownika w oprogrtamowaniu i interfejsach. Potrafi prowadzić badania etnograficzne (wywiady z użytkownikami i obserwacje) oraz testowanie.	MKO_K2_U03
Kompetencji społecznych – Student jest gotów do:		
K1	czytać artykuły naukowe, wcielać zaczerpnięte z nich idee do swoich projektów, prezentować je innym.	MKO_K2_K01

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Projektowanie zorientowane na cel. 2. Modele implementacyjne i modele mentalne. 3. Rozumienie i modelowanie użytkowników: persony i cele. 4. Podstawy projektowania: scenariusze i wymagania. 5. Projektowanie zachowań i formularzy.	W1, U1

2.	Czytanie i prezentacja artykułów naukowych na temat projektowania zorientowanego na użytkownika.	K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	prezentacja	Ocena prezentacji
ćwiczenia	projekt, raport, prezentacja	Ocena projektu

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć**
wykład	30
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	30
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30
przygotowanie raportu	30
przeprowadzenie badań literaturowych	30
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 180
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 60

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Opis sposobu sprawdzenia osiągnięcia efektów uczenia się

Kod efektu uczenia się dla przedmiotu	Metoda sprawdzenia		
	prezentacja	projekt	raport
W1	x		
U1		x	
K1	x		x