

Program studiów

Wydział:	Wydział Matematyki i Informatyki
Kierunek:	Mathematics and Computer Science Advanced Track
Poziom kształcenia:	pierwszego stopnia
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2026/27

Spis treści

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	8
Plany studiów	10
Sylabusy	21

Charakterystyka kierunku

Informacje podstawowe

Nazwa wydziału:	Wydział Matematyki i Informatyki
Nazwa kierunku:	Mathematics and Computer Science Advanced Track
Poziom:	pierwszego stopnia
Profil:	ogólnoakademicki
Forma:	studia stacjonarne
Język studiów:	angielski

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

Matematyka **60%**

Informatyka **40%**

Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

Charakterystyka kierunku

Kierunek realizuje Strategię Uniwersytetu Jagiellońskiego 2021–2030, w szczególności Cel II.1: „Uniwersytet kuźnią talentów”, zakładającym pozyskiwanie najzdolniejszych kandydatów oraz tworzenie warunków do ich najwyższego rozwoju.

Studia obejmują zaawansowane kształcenie z matematyki i informatyki w języku angielskim (co realizuje Cel III.1.1), ukierunkowane na przygotowanie przyszłych naukowców. Program łączy solidne podstawy teoretyczne z rozwijaniem umiejętności badawczych, analitycznych i projektowych, niezbędnych do prowadzenia nowatorskich badań.

Elitarny charakter kierunku oraz bezpośrednie włączenie studentów w działalność naukową sprzyjają rekrutacji wybitnych kandydatów z kraju i zagranicy, wzmacniając pozycję UJ jako nowoczesnego uniwersytetu badawczego i przygotowując absolwentów do podejmowania ambitnych, złożonych problemów naukowych (co pokrywa się z Celem I.1).

Koncepcja kształcenia

Studia I stopnia MSC Advanced Track są elitarnym programem skierowanym do laureatów i finalistów olimpiad specjalistycznych z matematyki i informatyki. Studia oferowane są w języku angielskim, aby przyciągnąć kandydatów spoza Polski.

Studenci MSC Advanced Track są, od początku pierwszego semestru studiów, objęci indywidualną opieką przez pracownika naukowego prowadzącego badania matematyczne lub informatyczne. Rolą opiekuna jest nie tylko pomoc w zaplanowaniu indywidualnego, interdyscyplinarnego katalogu kursów; nadrzędnym celem opieki jest wprowadzenie studenta w badania naukowe. Oczekuje się, że znaczna część studentów trzeciego roku będzie gotowa do prowadzenia takich badań.

Kursy oferowane w ramach MCS Advanced Track zapewniają solidne podstawy matematyczne i informatyczne. Plan studiów pozwala na swobodny wybór przedmiotów obieralnych, pozostawiając dużo czasu na prowadzenie, wraz z opiekunem, badań naukowych realizowanych w ramach kursu "Tutorial".

Cele kształcenia

1. Przekazanie studentom ogólnej i specjalistycznej wiedzy matematycznej i informatycznej.
2. Rozwijanie u studenta umiejętności logicznego myślenia, myślenia analitycznego, szukania prawidłowości w zjawiskach, modelowania zjawisk oraz umiejętności ścisłego rozumowania, algorytmicznego podejścia do problemów i znajdowania błędów logicznych w wywodach.
3. Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych na międzynarodowym poziomie w wybranej dyscyplinie i specjalności.
4. Wyłonienie kandydatów gotowych do bezpośredniego przystąpienia do studiów III-go stopnia po zakończeniu programu studiów I-go stopnia.

Potrzeby społeczno-gospodarcze

Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Kierunek studiów MCS Advanced Track odpowiada na cały szereg potrzeb społeczno gospodarczych, na przykład:

1. Tworzenie fundamentów przyszłych technologii
2. Wzmacnianie kapitału intelektualnego państwa
3. Rozwój metod i narzędzi stosowanych w różnych dziedzinach nauki
4. Kształcenie elit intelektualnych
5. Wzmocnienie podstaw teoretycznych na których budowane są wdrożenia.

Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi

Efekty uczenia kierunku studiów MCS Advanced Track są zgodne z wyzwaniami gospodarki opartej na wiedzy. Absolwenci posiadają umiejętność analitycznego rozwiązywania problemów, ścisłego rozumowania oraz znają potrzebę kształcenia się przez całe życie.

Program zapewnia rozwój zaawansowanych kompetencji matematycznych i informatycznych, umożliwiających absolwentom tworzenie fundamentów przyszłych technologii poprzez umiejętność formułowania, analizowania i rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych. Kształcenie na wysokim poziomie badawczym przyczynia się do wzmacniania kapitału intelektualnego państwa, przygotowując studentów do udziału w projektach naukowych i wdrożeniowych o znaczeniu międzynarodowym.

Nauka, badania, infrastruktura

Główne kierunki badań naukowych w jednostce

MATEMATYKA: analiza zespolona, analiza funkcjonalna, geometria semianalityczna i subanalityczna, geometria różniczkowa, geometria analityczna, geometria algebraiczna, równania różniczkowe, układy dynamiczne, teoria optymalizacji, teoria aproksymacji, teoria funkcji rzeczywistych, teoria liczb, matematyka finansowa, matematyka stosowana, historia matematyki.

INFORMATYKA: algorytmika, zastosowania kombinatoryki i teorii grafów w informatyce, metody logiczne w informatyce, metody algebraiczne w informatyce, złożoność obliczeniowa, projektowanie, weryfikacja i implementacja języków programowania, bazy danych.

Związek badań naukowych z dydaktyką

Zajęcia na kierunku prowadzi dynamicznie rozwijająca się kadra naukowa o międzynarodowej renomie, obejmująca doświadczonych wykładowców, laureatów prestiżowych nagród i grantów. Różnorodność specjalizacji badawczych reprezentowanych na Wydziale Matematyki i Informatyki gwarantuje najwyższą jakość kształcenia oraz prowadzenie kursów przez uznanych ekspertów.

Indywidualni opiekunowie — aktywni naukowcy prowadzący badania na najwyższym światowym poziomie — będą wspierać studentów w pracy nad ich własnymi problemami badawczymi. Studenci będą rozwijać swoje projekty w ścisłej współpracy z mentorami, którzy są specjalistami w odpowiednich dziedzinach.

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 Informatyki niezbędnymi do zapewnienia prawidłowego przebiegu procesu kształcenia. Studenci i pracownicy również korzystają ze znajdującej się na parterze stołówki.

Program

Podstawowe informacje

Klasyfikacja ISCED:	0541
Liczba semestrów:	6
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	licencjat

Opis realizacji programu:

Program studiów obejmuje trzy lata kształcenia (6 semestrów) i składa się z przedmiotów obowiązkowych i fakultatywnych oraz tutoringu. Studenci są zobowiązani do uzyskania wymaganej liczby punktów ECTS w każdym roku studiów zgodnie z zasadami opisanymi w programie studiów.

1 rok

Na pierwszym roku student realizuje przedmioty obowiązkowe o łącznej wartości 74 ECTS, zgodnie z planem studiów. W ramach zajęć przewidziane są przedmioty obowiązkowe oraz lektorat z języka obcego. Szczegółowe zasady realizacji lektoratu opisano w programie studiów. Ponadto student uczestniczy w tutorialu indywidualnym, realizowanym pod opieką wybranego opiekuna. Tutorial ma charakter rozwojowy i umożliwia pogłębianie wiedzy w zakresie informatyki lub matematyki. Tutorial jest realizowany w sposób ciągły przez 5 semestrów.

2 rok

Na drugim roku student realizuje przedmioty obowiązkowe, kontynuuje tutorial indywidualny oraz realizuje przedmioty fakultatywne tak aby uzyskać łącznie 60 ECTS w danym roku studiów. Student może również zrealizować w tym roku przedmiot z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych o wartości 5 ECTS. Wybór roku realizacji tego przedmiotu (2 lub 3) zależy od decyzji studenta.

3 rok

Na trzecim roku student kontynuuje realizację przedmiotów fakultatywnych oraz tutorialu indywidualnego aby łącznie uzyskać 60 ECTS. W tym roku student realizuje także wyjazd na co najmniej jeden semestr pod warunkiem dostępności miejsc w istniejących programach międzynarodowej wymiany studenckiej. W uzasadnionych przypadkach na wniosek studenta i po pozytywnej opinii opiekuna kierownika kierunku może zwolnić studenta z tego wyjazdu. Jeżeli student nie zrealizował wcześniej przedmiotu z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych jest zobowiązany do wyboru i realizacji go na trzecim roku.

Realizacja przedmiotów obowiązkowych w języku angielskim zapewnia realizację efektu uczenia się P6S_UK na poziomie biegłości językowej B2

Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	194
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	194
którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych	nie dotyczy
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	6

Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 2070

Praktyki zawodowe

Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

Nie dotyczy.

Ukończenie studiów

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

Zaliczenie wszystkich przedmiotów przewidzianych w planie studiów oraz tych realizowanych nadprogramowo; uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu licencjackiego.

Efekty uczenia się

Wiedza

Kod	Treść	PRK
MCS_K1_W01	Absolwent zna i rozumie w stopniu zaawansowanym cywilizacyjne znaczenie matematyki oraz informatyki i ich zastosowań	P6S_WG
MCS_K1_W02	Absolwent zna i rozumie rolę i znaczenie dowodu w matematyce, a także pojęcie istotności założeń	P6S_WG
MCS_K1_W03	Absolwent zna i rozumie budowę wybranych zaawansowanych teorii matematycznych, potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy prostych modeli matematycznych w innych dziedzinach nauk	P6S_WG
MCS_K1_W04	Absolwent zna i rozumie wybrane zaawansowane twierdzenia z poznanych działów matematyki i informatyki	P6S_WG
MCS_K1_W05	Absolwent zna i rozumie zaawansowane pojęcia i metody logiki matematycznej i teorii mnogości	P6S_WG
MCS_K1_W06	Absolwent zna i rozumie zaawansowane pojęcia i metody analizy matematycznej	P6U_W, P6S_WG
MCS_K1_W07	Absolwent zna i rozumie różne języki programowania oraz metody projektowania i programowania obiektowego	P6U_W, P6S_WG
MCS_K1_W08	Absolwent zna i rozumie paradygmaty programowania, składnię i semantykę	P6S_WG
MCS_K1_W09	Absolwent zna i rozumie wybrane techniki konstrukcji i analizy algorytmów	P6S_WG
MCS_K1_W10	Absolwent zna i rozumie wybrane zaawansowane struktury danych	P6S_WG
MCS_K1_W11	Absolwent zna i rozumie wybrane zaawansowane algorytmy	P6U_W, P6S_WG
MCS_K1_W12	Absolwent zna i rozumie podstawowe pojęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej	P6S_WK
MCS_K1_W13	Absolwent zna i rozumie język obcy w obrębie jego podsystemów (leksykalnego, składniowego, morfologicznego, fonetyczno-fonologicznego) i rozumie zasady posługiwania się nim w warunkach komunikacyjnych zgodnie z zasadami poprawności i odpowiednio do danego kontekstu użycia języka.	P6S_WG

Umiejętności

Kod	Treść	PRK
MCS_K1_U01	Absolwent potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i na piśmie, przedstawiać poprawne rozumowania matematyczne, formułować twierdzenia i definicje	P6S_UW
MCS_K1_U02	Absolwent potrafi wykorzystać twierdzenia logiki matematycznej i metody teorii mnogości	P6S_UW
MCS_K1_U03	Absolwent potrafi samodzielnie analizować i próbować rozwiązywać problemy matematyczne	P6S_UW
MCS_K1_U04	Absolwent potrafi stosować wiedzę matematyczną do modelowania prostych zadań związanych z informatyką	P6S_UW
MCS_K1_U05	Absolwent potrafi operować zaawansowanymi pojęciami arytmetyki liczb rzeczywistych i zespolonych	P6S_UW
MCS_K1_U06	Absolwent potrafi posługiwać się wybranymi twierdzeniami i narzędziami matematyki dyskretnej	P6S_UW
MCS_K1_U07	Absolwent potrafi wykorzystać twierdzenia i metody analizy matematycznej	P6S_UW
MCS_K1_U08	Absolwent potrafi posługiwać się narzędziami i metodami algebry liniowej	P6S_UW
MCS_K1_U09	Absolwent potrafi posługiwać się wybranymi strukturami algebraicznymi	P6S_UW

Kod	Treść	PRK
MCS_K1_U10	Absolwent potrafi samodzielnie podnosić swoje kwalifikacje w związku z nieustannym postępem w informatyce i nowymi osiągnięciami matematycznymi	P6U_U, P6S_UU
MCS_K1_U11	Absolwent potrafi biegle i czytelnie programować w co najmniej jednym języku programowania zarówno samodzielnie jak i w zespole	P6U_U, P6S_UW, P6S_UO
MCS_K1_U12	Absolwent potrafi analizować i optymalizować programy, oraz tworzyć testy poprawnościowe i wydajnościowe	P6S_UW
MCS_K1_U13	Absolwent potrafi algorytmicznie i programistycznie rozwiązywać problemy przedstawione w języku naturalnym	P6S_UW
MCS_K1_U14	Absolwent potrafi prowadzić badania naukowe samodzielnie, wraz z opiekunem naukowym lub w zespole badawczym	P6S_UO, P6S_UU
MCS_K1_U15	Absolwent potrafi pozyskiwać informacje z wiarygodnych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	P6S_UO
MCS_K1_U16	Absolwent potrafi zrozumieć treść i intencje wypowiedzi mówionych, a także odczytać treści i intencje zawarte w tekstach użytkowych oraz sformułować tematyczną wypowiedź ustną, jak również wejść w interakcję, a ponadto sformułować prostą wypowiedź pisemną	P6S_UW

Kompetencje społeczne

Kod	Treść	PRK
MCS_K1_K01	Absolwent jest gotów do dalszego samokształcenia w związku z postępem w informatyce i nowymi osiągnięciami matematycznymi	P6S_KR
MCS_K1_K02	Absolwent jest gotów do precyzyjnego formułowania wypowiedzi i pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	P6S_KK
MCS_K1_K03	Absolwent jest gotów do przyjmowania krytycznej postawy wobec twierdzeń, uwag i wniosków	P6U_K, P6S_KK
MCS_K1_K04	Absolwent jest gotów do formułowania obiektywnych opinii w zagadnieniach, w których matematyka jest językiem opisu	P6U_K, P6S_KK
MCS_K1_K05	Absolwent jest gotów prezentować zagadnienia naukowe i dyskutować je w języku polskim oraz obcym.	P6S_KR
MCS_K1_K06	Absolwent jest gotów definiować priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	P6S_KO
MCS_K1_K08	Absolwent jest gotów do doceniania znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób	P6S_KR
MCS_K1_K09	Absolwent jest gotów do samodzielnej oceny własnych umiejętności językowych oraz autorefleksji, której celem jest doskonalenie sposobów pozyskiwania i aktualizacji wiedzy oraz podnoszenie umiejętności w zakresie praktycznego posługiwania się językiem obcym w różnych domenach życia.	P6S_KK

Plany studiów

Student realizuje przedmioty obowiązkowe oraz lektorat języka (polskiego dla obcokrajowców i obcego dla obywateli polskich).

Wybór przedmiotów obieralnych (np. tutoriale, przedmioty fakultatywne itp.) odbywa się na wniosek studenta, po pozytywnej akceptacji opiekuna i kierownika kierunku.

Warunki uzyskania wpisu warunkowego na kolejny rok są uregulowane Regulaminem Studiów UJ.

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Szkolenie BHK	4	0	zaliczenie	obowiązkowy
Elementy logiki i teorii mnogości „T”	120	10	egzamin	obowiązkowy
Analiza matematyczna 1 „T”	120	10	egzamin	obowiązkowy
Algebra liniowa z geometrią 1 „T”	60	6	zaliczenie na ocenę	obowiązkowy
Podstawy programowania	60	6	egzamin	obowiązkowy
Lektorat z języka obcego				obowiązkowy
Studenci zobowiązani są do realizacji jednego lektoratu z języka obcego. Studenci nieposiadający obywatelstwa polskiego realizują kurs "Język polski dla obcokrajowców". Studenci posiadający obywatelstwo polskie wybierają i realizują jeden z dostępnych w JCJ lektoratów języka obcego				
Język polski dla cudzoziemców 1	60	4	zaliczenie	fakultatywny
Język obcy dla obywateli polskich 1	60	4	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student wybiera i realizuje jeden przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 1	5	1	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 1	5	1	zaliczenie	fakultatywny

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Analiza matematyczna 2 „T”	60	6	egzamin	obowiązkowy
Algebra liniowa z geometrią 2 „T”	60	6	egzamin	obowiązkowy
Metody programowania	60	6	egzamin	obowiązkowy
Matematyka dyskretna	90	8	egzamin	obowiązkowy
Wstęp do algebry „T”	60	6	egzamin	obowiązkowy
Lekorat z języka obcego				obowiązkowy
Studenci kontynuują naukę języka obcego.				
Język polski dla cudzoziemców 2	60	4	egzamin	obowiązkowy
Język obcy dla obywateli polskich 2	60	4	egzamin	obowiązkowy
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student realizuje wybrany w pierwszym semestrze przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 2	5	1	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 2	5	1	zaliczenie	fakultatywny

Student drugiego roku musi uzyskać 60 ECTS. Aktualna oferta przedmiotów fakultatywnych oraz z zakresu nauk humanistycznych lub społecznych dostępna w danym roku akademickim będzie publikowana stronie Wydziału Matematyki i Informatyki. Niektóre kursy z grupy przedmiotów fakultatywnych mogą nie być uruchomione w danym roku akademickim. Za zgodą kierownika kierunku i po uzyskaniu pozytywnej opinii opiekuna student może realizować przedmiot spoza listy jako przedmiot fakultatywny. Wybór przedmiotów obieralnych (np. tutoriale, przedmioty fakultatywne itp.) odbywa się na wniosek studenta, po pozytywnej akceptacji opiekuna i kierownika kierunku. Przedmiot z nauk humanistycznych lub społecznych student może zrealizować na 2 lub 3 roku. W ramach przedmiotów humanistycznych lub społecznych student może realizować inny, odpowiadający przedmiot z bieżącej oferty UJ za zgodą kierownika kierunku.

Warunki uzyskania wpisu warunkowego na kolejny rok są uregulowane Regulaminem Studiów UJ.

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Wychowanie fizyczne	30	0	zaliczenie	obowiązkowy
Algorytmy i struktury danych 1	60	6	egzamin	obowiązkowy
Ochrona własności intelektualnej	5	1	zaliczenie	obowiązkowy
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student realizuje wybrany w pierwszym semestrze przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 3	5	3	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 3	5	3	zaliczenie	fakultatywny
Przedmiot z nauk humanistycznych lub społecznych				obowiązkowy
Student wybiera i realizuje jeden przedmiot				
Mikroekonomia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Filozofia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Przedmioty fakultatywne				obowiązkowy
Student zobowiązany jest do wyboru liczby przedmiotów fakultatywnych, która zapewni uzyskanie 60 ECTS w danym roku studiów				
Analiza matematyczna 3 „T”	120	12	egzamin	fakultatywny
Miara i całka „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebra liniowa z geometrią 3 „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebra „T”	90	8	egzamin	fakultatywny
Topologia 2	60	6	egzamin	fakultatywny
Funkcje analityczne „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Analiza funkcjonalna „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Równania różniczkowe zwyczajne „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Basic Differential Topology	60	6	egzamin	fakultatywny
Analytic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Representations of Finite Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Teoria liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Topological Dynamics and Chaos	60	6	egzamin	fakultatywny
Additive Combinatorics	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebraic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Elementy teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Entropy in Dynamical Systems	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Bayesian Statistics and Data Analysis	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Ergodic Theory	60	6	egzamin	fakultatywny
Lie Algebras and Lie Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6	egzamin	fakultatywny
Środowisko programisty	30	3	zaliczenie	fakultatywny
Metody probabilistyczne informatyki	60	6	egzamin	fakultatywny
Język programowania C++	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Język programowania C#	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Język programowania Java	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Algorytmy numeryczne	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie współbieżne	60	6	egzamin	fakultatywny
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6	egzamin	fakultatywny

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Wychowanie fizyczne	30	0	zaliczenie	obowiązkowy

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student realizuje wybrany w pierwszym semestrze przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 4	5	3	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 4	5	3	zaliczenie	fakultatywny
Przedmiot z nauk humanistycznych lub społecznych				
Student wybiera i realizuje jeden przedmiot				
Mikroekonomia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Filozofia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Przedmioty fakultatywne				
Student zobowiązany jest do wyboru liczby przedmiotów fakultatywnych, która zapewni uzyskanie 60 ECTS w danym roku studiów				
Topologia 1 „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Analiza matematyczna 4 „T”	120	12	egzamin	fakultatywny
Rachunek prawdopodobieństwa „T”	90	8	egzamin	fakultatywny
Równania różniczkowe cząstkowe „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Basic Differential Topology	60	6	egzamin	fakultatywny
Analytic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Representations of Finite Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Teoria liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Topological Dynamics and Chaos	60	6	egzamin	fakultatywny
Additive Combinatorics	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebraic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Elementy teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Entropy in Dynamical Systems	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Bayesian Statistics and Data Analysis	60	6	egzamin	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Introduction to Ergodic Theory	60	6	egzamin	fakultatywny
Lie Algebras and Lie Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie obiektowe	75	7	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Algorytmy i struktury danych 2	60	6	egzamin	fakultatywny
Modele obliczeń	60	6	egzamin	fakultatywny
Inżynieria oprogramowania	30	4	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Algorytmy algebry i teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Algorytmy numeryczne	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie współbieżne	60	6	egzamin	fakultatywny
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6	egzamin	fakultatywny

Student trzeciego roku musi uzyskać 60 ECTS. Niektóre kursy z grupy przedmiotów fakultatywnych mogą nie być uruchomione w danym roku akademickim. Za zgodą kierownika kierunku i po uzyskaniu pozytywnej opinii opiekuna student może realizować przedmiot spoza listy jako przedmiot fakultatywny. Wybór przedmiotów obieralnych (np. tutoriale, przedmioty fakultatywne itp.) odbywa się na wniosek studenta, po pozytywnej akceptacji opiekuna i kierownika kierunku. W ramach przedmiotów fakultatywnych student może zaliczyć jedno (z dostępnych w ofercie Wydziału Matematyki i Informatyki) seminarium naukowe za 6 ECTS. Na ostatnim roku studiów obligatoryjny jest wyjazd na co najmniej jeden semestr pod warunkiem dostępności miejsc w istniejących programach międzynarodowej wymiany studenckiej. W uzasadnionych przypadkach na wniosek studenta i po pozytywnej opinii opiekuna kierownik kierunku może zwolnić studenta z tego wyjazdu

Semestr 5

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student realizuje wybrany w pierwszym semestrze przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 5	5	6	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 5	5	6	zaliczenie	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Przedmiot z nauk humanistycznych lub społecznych				obowiązkowy
Student wybiera i realizuje jeden przedmiot				
Mikroekonomia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Filozofia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Przedmioty fakultatywne				obowiązkowy
Student zobowiązany jest do wyboru liczby przedmiotów fakultatywnych, która zapewni uzyskanie 60 ECTS w danym roku studiów				
Analiza matematyczna 3 „T”	120	12	egzamin	fakultatywny
Miara i całka „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebra liniowa z geometrią 3 „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebra „T”	90	8	egzamin	fakultatywny
Topologia 2	60	6	egzamin	fakultatywny
Funkcje analityczne „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Analiza funkcjonalna „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Równania różniczkowe zwyczajne „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Basic Differential Topology	60	6	egzamin	fakultatywny
Analytic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Representations of Finite Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Teoria liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Topological Dynamics and Chaos	60	6	egzamin	fakultatywny
Additive Combinatorics	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebraic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Elementy teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Entropy in Dynamical Systems	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Bayesian Statistics and Data Analysis	60	6	egzamin	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Introduction to Ergodic Theory	60	6	egzamin	fakultatywny
Lie Algebras and Lie Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6	egzamin	fakultatywny
Środowisko programisty	30	3	zaliczenie	fakultatywny
Metody probabilistyczne informatyki	60	6	egzamin	fakultatywny
Język programowania C++	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Język programowania C#	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Język programowania Java	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Język programowania Python	30	3	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Algorytmy numeryczne	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie współbieżne	60	6	egzamin	fakultatywny
Analiza algorytmów	60	6	egzamin	fakultatywny
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6	egzamin	fakultatywny

Semestr 6

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Tutorial indywidualny				obowiązkowy
Student realizuje wybrany w pierwszym semestrze przedmiot				
Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 5	5	6	zaliczenie	fakultatywny
Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 5	5	6	zaliczenie	fakultatywny
Przedmiot z nauk humanistycznych lub społecznych				
Student wybiera i realizuje jeden przedmiot				
Mikroekonomia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Filozofia	60	5	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Przedmioty fakultatywne				obowiązkowy
Student zobowiązany jest do wyboru liczby przedmiotów fakultatywnych, która zapewni uzyskanie 60 ECTS w danym roku studiów				
Topologia 1 „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Analiza matematyczna 4 „T”	120	12	egzamin	fakultatywny
Rachunek prawdopodobieństwa „T”	90	8	egzamin	fakultatywny
Równania różniczkowe cząstkowe „T”	60	6	egzamin	fakultatywny
Basic Differential Topology	60	6	egzamin	fakultatywny
Analytic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Representations of Finite Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Teoria liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Topological Dynamics and Chaos	60	6	egzamin	fakultatywny
Additive Combinatorics	60	6	egzamin	fakultatywny
Algebraic Geometry	60	6	egzamin	fakultatywny
Elementy teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Entropy in Dynamical Systems	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Bayesian Statistics and Data Analysis	60	6	egzamin	fakultatywny
Introduction to Ergodic Theory	60	6	egzamin	fakultatywny
Lie Algebras and Lie Groups	60	6	egzamin	fakultatywny
Wstęp do kryptografii matematycznej	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie obiektowe	75	7	zaliczenie na ocenę	fakultatywny
Algorytmy i struktury danych 2	60	6	egzamin	fakultatywny
Modele obliczeń	60	6	egzamin	fakultatywny
Inżynieria oprogramowania	30	4	zaliczenie na ocenę	fakultatywny

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Algorytmy algebry i teorii liczb	60	6	egzamin	fakultatywny
Algorytmy numeryczne	60	6	egzamin	fakultatywny
Programowanie współbieżne	60	6	egzamin	fakultatywny
Kombinatoryka struktur porządkowych	60	6	egzamin	fakultatywny

Sylabusy



Elementy logiki i teorii mnogości „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18282.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 10.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 60 ćwiczenia: 60	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych pojęć teorii mnogości w zakresie szerszym niż ma to miejsce na podstawowych kursach z tego przedmiotu.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	elementy logiki i teorii mnogości, w szczególności student zna twierdzenia będące przedmiotem wykładu wraz z odpowiednimi definicjami i dowodami.	MCS_K1_W02, MCS_K1_W04, MCS_K1_W05	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować poznane podczas wykładu twierdzenia i metody z zakresu logiki i teorii mnogości.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U02, MCS_K1_U03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U2	korzystać z idei i technik występujących w dowodach twierdzeń i przykładach podanych w trakcie wykładu.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U02, MCS_K1_U03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	konstruowania i analizy rozumowań (dowodów i przykładów) z zakresu logiki i teorii mnogości, znajdowania w nich błędów oraz wyjaśniania swojego rozumowania innym uczestnikom zajęć.	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	60	
ćwiczenia	60	
przygotowanie do ćwiczeń	111	
przygotowanie do egzaminu	39	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 270	ECTS 10.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zbiory, relacje, funkcje. Porządki i aksjomat wyboru. Zbiory liczb naturalnych, wymiernych i rzeczywistych. Równoliczność zbiorów. Aksjomatyka ZFC (Zermelo-Fraenkla z aksjomatem wyboru). Liczby porządkowe i liczby kardynalne. Elementy kombinatoryki nieskończonej.	W1, U1, U2, K1
2.	Elementy logiki: Rachunek zdań, rachunek predykatów, reguły wnioskowania, język teorii pierwszego rzędu, modele, twierdzenie o pełności, twierdzenie o zwartości, twierdzenie Löwenheima--Skolema, twierdzenia Gödla o niezupełności i niesprzeczności (bez dowodu). Elementy teorii kategorii.	W1, U1, U2, K1

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 oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na podstawie wyników przeprowadzanych na zajęciach sprawdzianów (sprawdziany mogą być organizowane w trakcie wykładów) oraz aktywności na zajęciach poprzez uczestnictwo w dyskusjach oraz rozwiązywanie zadań domowych

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak (przedmiot organizowany na I semestrze studiów I stopnia). Na ćwiczeniach obecność obowiązkowa, wykłady są fakultatywne.



Analiza matematyczna 1 „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18283.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 10.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 60 ćwiczenia: 60	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie się z wybranymi zagadnieniami analizy matematycznej.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod analizy matematycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konstrukcję liczb rzeczywistych i zespolonych i ich wybrane własności	MCS_K1_W01	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	wybrane własności ciągów liczbowych i ich granic	MCS_K1_W02	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
W3	wybrane własności szeregów, w tym kryteria ich zbieżności	MCS_K1_W06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
W4	wybrane zagadnienia dotyczące granic funkcji oraz pojęcia ciągłości funkcji	MCS_K1_W04, MCS_K1_W06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zastosować pojęcia, twierdzenia i metody analizy matematycznej do rozwiązywania zadań.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U05, MCS_K1_U07	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
U2	przeprowadzić dowody prostych twierdzeń z zakresu analizy matematycznej	MCS_K1_U01, MCS_K1_U05, MCS_K1_U07, MCS_K1_U10	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	oceny poprawności wybranych własności matematycznych wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02, MCS_K1_K03, MCS_K1_K04, MCS_K1_K05	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	60	
ćwiczenia	60	
przygotowanie do ćwiczeń	90	
przygotowanie do egzaminu	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 300	ECTS 10.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe pojęcia logiczne i mnogościowe. Podstawowe struktury algebraiczne. Zbiór liczb rzeczywistych (aksjomatycznie). \mathbb{R} jako ciało uporządkowane, zasada ciągłości, kresy, \mathbb{R} jako przestrzeń metryczna. Funkcje elementarne. Konstrukcja ciała liczb zespolonych \mathbb{C} i jego własności. Ciągi liczbowe: zbieżność, ciągi Cauchy'ego, zupełność \mathbb{R} i \mathbb{C} . Twierdzenia o granicach ciągów (operacje arytmetyczne na granicach, twierdzenie o trzech ciągach, twierdzenie o zbieżności monotonicznego ciągu ograniczonego). Punkty skupienia ciągu, granica górna i dolna. Szeregi liczbowe: kryteria zbieżności. Iloczyny szeregów liczbowych. Granica i ciągłość funkcji. Własności funkcji ciągłych. Twierdzenie Weierstrassa, własność Darboux. Ciągłość funkcji odwrotnej. Ciągi i szeregi funkcyjne: zbieżność punktowa i jednostajna. Szeregi potęgowe, promień zbieżności. Funkcje analityczne - podstawowe definicje i własności. Przykłady funkcji analitycznych: funkcja wykładnicza, funkcja logarytmiczna, funkcje trygonometryczne. Liczba „pi” oraz jej podstawowe zastosowania.	W1, W2, W3, W4, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena aktywności na ćwiczeniach. Pozytywne wyniki ze sprawdzianów.



Algebra liniowa z geometrią 1 „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18284.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi strukturami algebraicznymi
C2	Przedstawienie wybranych zagadnień dotyczących przestrzeni wektorowych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane twierdzenia dotyczące przestrzeni liniowych, afinicznych i ilorazowych, odwzorowań liniowych, macierzy oraz układów równań liniowych, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W02, MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zastosować wybrane pojęcia, twierdzenia i metody algebry liniowej do rozwiązywania zadań (z dowodami).	MCS_K1_U01, MCS_K1_U03, MCS_K1_U08, MCS_K1_U09	zaliczenie na ocenę, zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	oceny poprawności wybranych własności matematycznych wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02, MCS_K1_K03, MCS_K1_K04	zaliczenie na ocenę, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	120	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe struktury algebraiczne	W1, U1, K1
2.	Przestrzeń wektorowa	W1, U1, K1
3.	Odwzorowania liniowe	W1, U1, K1
4.	Przestrzeń ilorazowa, twierdzenia o izomorfizmie	W1, U1, K1
5.	Macierze	W1, U1, K1
6.	Przestrzenie i odwzorowania afiniczne	W1, U1, K1
7.	Układy równań liniowych jednorodnych i niejednorodnych	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	pozytywna ocena z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywna ocena na podstawie sprawdzianów i aktywności

Podstawy programowania

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.03024.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
--	---

Okres Semestr 1	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30</p>	Liczba punktów ECTS 6.0
---------------------------	--	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wykształcenie podstawowej umiejętności programowania w językach C i C++.
C2	Wykształcenie podstawowych umiejętności w konstruowaniu prostych algorytmów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	składnię języka C i języka C++ oraz podstawowe funkcje ze standardowych bibliotek tych języków	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zadania programistyczne, kolokwium
W2	sposoby reprezentacji liczb w pamięci komputera oraz właściwości arytmetyki komputerowej	MCS_K1_W08	egzamin pisemny, zadania programistyczne, kolokwium
W3	podstawy algorytmiki, podstawowe struktury danych (tablice, listy, drzewa), ich reprezentacje komputerowe i wykonywane na nich operacje oraz podstawowe techniki konstrukcji i analizy algorytmów	MCS_K1_W09, MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin pisemny, zadania programistyczne, kolokwium
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	potrafi programować w języku C i C++	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zadania programistyczne, kolokwium
U2	projektować i implementować proste algorytmy wykorzystując podstawowe struktury danych takie jak: tablice, napisy, wskaźniki, struktury, obiekty, pliki, listy wskaźnikowe; posługuje się tymi strukturami przy opisie prostych problemów przedstawionych w języku naturalnym	MCS_K1_U13	egzamin pisemny, zadania programistyczne, kolokwium
U3	wykorzystywać podstawowe techniki programistyczne takie jak wywoływanie funkcji, rekurencja, programowanie z nawrotami; potrafi wybrać właściwą metodę	MCS_K1_U12	egzamin pisemny, zadania programistyczne, kolokwium
U4	pisać program w sposób czytelny oraz potrafi analizować swój kod w celu zlokalizowania błędów	MCS_K1_U12	zadania programistyczne, kolokwium
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	formułować pytań służących lepszemu zrozumieniu danego tematu	MCS_K1_K02	zaliczenie na ocenę, zadania programistyczne, kolokwium

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30
laboratorium	30
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	90
przygotowanie do egzaminu	13
przygotowanie do sprawdzianów	5

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 168	ECTS 6.0
-------------------------------------	-----------------------------	--------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Programowanie w języku C: a. podstawowe i złożone typy danych, b. operatory, instrukcje sterujące c. tablice, napisy, wskaźniki, funkcji d. operacje wejścia /wyjścia, praca z plikami e. dynamiczna alokacja pamięci f. złożone typy danych g. podstawowe funkcje z biblioteki standardowej	W1, W3, U1, U2, U3, U4, K1
2.	Podstawy programowania obiektowego w języku C++ a. tworzenie klas, metody publiczne i prywatne b. przeładowanie operatorów c. strumienie, operacje wejścia/wyjścia d. dynamiczna alokacja pamięci	W1, W3, U1, U2, U3, U4, K1
3.	Podstawy algorytmiki i struktur danych a. algorytm Euklidesa b. kwadratowe algorytmy sortowania c. wyszukiwanie binarne d. szybkie potęgowanie e. odwrotna notacja polska f. systemy pozycyjne i algorytmy konwersji g. rekursja, algorytmy z nawrotami (backtracking), drzewo gry h. dynamiczne struktury danych (listy, stosy, kolejki)	K1
4.	4. Teoretyczne podstawy programowania a. Reprezentacja liczb w komputerze: systemy pozycyjne, algorytmy konwersji, systemy znak-moduł oraz uzupełnieniowy, zapis stało- i zmiennopozycyjny, właściwości arytmetyki komputerowej. b. Przykładowa maszyna cyfrowa - Maszyna von Neumanna c. Poprawność algorytmów, niezmienniki d. Podstawowe pojęcia złożoności obliczeniowej	W2, W3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Student otrzymuje ocenę końcową z przedmiotu na podstawie punktów przyznawanych na ćwiczeniach oraz punktów uzyskanych podczas egzaminu pisemnego. Warunkiem otrzymania pozytywnej oceny końcowej jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń oraz zgromadzenie łącznie minimalnie 60% punktów.

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratorium	zaliczenie na ocenę, zadania programistyczne, kolokwium	Student otrzymuje ocenę końcową z ćwiczeń na podstawie punktów przyznawanych za systematycznie oddawane zadania programistyczne (obowiązkowe i z gwiazdką) oraz punktów uzyskanych na kolokwium. Warunkiem otrzymania zaliczenia ćwiczeń jest oddanie wszystkich zadań programistycznych obowiązkowych oraz zgromadzenie łącznie co najmniej 60% punktów.



Język polski dla cudzoziemców 1

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18330.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 4.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć lektorat: 60	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	rozwijanie sprawności rozumienia tekstów mówionych i pisanych, w których pojawiają się struktury i słownictwo przewidziane dla poziomu co najmniej A2;
C2	rozwijanie umiejętności produkcyjnych, interakcyjnych i mediacyjnych z wykorzystaniem słownictwa i struktur gramatycznych przewidzianych dla poziomu co najmniej A2;
C3	rozwijanie sprawności pisania i redagowania prostych tekstów z wykorzystaniem słownictwa i struktur gramatycznych przewidzianych dla poziomu co najmniej A2;
C4	kształcenie strategii umożliwiających realizację zadań w sytuacji niepełnego zrozumienia tekstu (mówionego bądź pisanego) poprzez wykorzystanie kontekstu pozajęzykowego, a także własnej wiedzy ogólnej;
C5	rozwijanie u uczących się świadomości metajęzykowej (w tym umiejętności rozpoznawania i poprawiania własnych błędów) oraz umiejętności korzystania z wiedzy i sprawności nabytych w trakcie nauki innych języków obcych;
C6	rozwijanie umiejętności samooceny własnych umiejętności językowych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	struktury gramatyczne przewidziane dla poziomu co najmniej A2;	MCS_K1_W13	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
W2	około 2000 najczęściej używanych wyrazów;	MCS_K1_W13	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
W3	zasady pisowni przewidziane w programie nauczania dla poziomu co najmniej A2.	MCS_K1_W13	zaliczenie pisemne
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zrozumieć treść i intencje wypowiedzi mówionych (monologów, dialogów i polilogów) o prostej strukturze w standardowej odmianie języka, artykułowanych starannie, w wolnym tempie i w dobrych warunkach akustycznych;	MCS_K1_U16	zaliczenie ustne
U2	odczytać treści i intencje zawarte w prostych tekstach użytkowych i prasowych (rozumienie globalne), a także wyszukać w nich konkretne informacje,	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne
U3	sformułować wypowiedzi pisemne, m.in. opis osoby, miejsca, przedmiotu, krajobrazu, charakterystykę, opowiadanie;	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne
U4	sformułować krótszą, tematyczną wypowiedź ustną oraz wejść w interakcję w podstawowych sytuacjach komunikacyjnych;	MCS_K1_U16	zaliczenie ustne
U5	dokonać mediacji prostych wypowiedzi ustnych i pisemnych;	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
U6	realizować funkcje językowe i posługiwać się oficjalną lub nieoficjalną odmianą języka polskiego odpowiednio do sytuacji;	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
U7	posługiwać się słownictwem (ok. 2000 najczęściej wyrazów), i strukturami gramatycznymi w zakresie określonym w treściach kształcenia;	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
U8	wykorzystywać strategie prowadzące do rozumienia tekstu mówionego/pisanego oraz strategie kompensacyjne i korygujące, ułatwiające rozumienie i tworzenie wypowiedzi.	MCS_K1_U16	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	korzystania z zasobów nowo poznawanego języka;	MCS_K1_K09	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
K2	działań językowych w obrębie wszystkich sprawności językowych;	MCS_K1_K09	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne
K3	samooceny własnych umiejętności językowych.	MCS_K1_K09	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
lektorat	60	
przygotowanie do zajęć	30	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	10	
przygotowanie prac pisemnych	10	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120	ECTS 4.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Kręgi tematyczne</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Człowiek (dane personalne, wygląd zewnętrzny, ubranie, cechy charakteru, uczucia i emocje). 2. Rodzina (członkowie rodziny, wielkość rodziny, krewni). 3. Życie codzienne (rutyna dnia codziennego, pory dnia, przedmioty codziennego użytku). 4. Sposoby spędzania wolnego czasu (zainteresowania, rozrywki, sport). 5. Mieszkanie (rodzaj, położenie, wielkość mieszkania, rodzaje pomieszczeń, wyposażenie mieszkania/domu, wynajmowanie mieszkania/domu). 6. Miejsca (rodzaj, położenie, wielkość miejscowości; podstawowe instytucje użyteczności publicznej; rodzaje budynków, plan przestrzenny). 7. Podróże i środki transportu (środki komunikacji, baza noclegowe, atrakcje turystyczne). 	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, K1, K2, K3
2.	<p>Katalog zagadnień stylistycznych</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Składnia – środki warunkując spójność tekstu 2. Rodzaje stylu (formalny i nieformalny) 3. Środki stylistyczne (elipsy, antonimy, wyrazy bliskoznaczne, epitety, synonimy) 	W1, W2, W3, U1, U2, U7, K1, K2, K3
3.	<p>Zagadnienia gramatyczne</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dopełniacz liczby mnogiej rzeczowników, przymiotników i zaimków. 2. Celownik liczby pojedynczej i mnogiej rzeczowników, przymiotników i zaimków. 3. Mianownik liczby mnogiej rodzaju męskoosobowego rzeczowników, przymiotników i zaimków. 4. Odmiana rzeczowników nieregularnych: dzień, tydzień, człowiek, przyjaciel. 5. Odmiana przymiotnikowa liczebników porządkowych. 6. Dopełniacz w datach określających dzień, miesiąc i rok. 7. Dopełniacz po liczebnikach głównych (bez form męskoosobowych). 8. Stopniowanie przymiotników. 9. Tworzenie przysłówków i ich funkcje syntaktyczne. 10. Stopniowanie przysłówków. 11. Aspekt (powtórzenie i utrwalenie). 12. Tryb rozkazujący. 	W1, W2, W3, U7, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

metoda sytuacyjna, burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, gra dydaktyczna, grywalizacja, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne	Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest obecność i aktywność na zajęciach oraz terminowe oddawanie zadań domowych, pozytywne zaliczenie testu pisemnego i rozmowy ustnej.



Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 1

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18289.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 1.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z możliwymi drogami rozwoju naukowego w wybranych działach matematyki, opracowanie planu rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów matematyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil	MCS_K1_U14, MCS_K1_U15	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych działów matematyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	25	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie zagadnień wybranych działów matematyki, omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, konferencje), przegląd i omówienie podręczników z wybranego działu matematyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju

Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 1

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.11.18290.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	---

Okres Semestr 1	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5</p>	Liczba punktów ECTS 1.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z możliwymi drogami rozwoju naukowego w wybranych działach informatyki, opracowanie planu rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów informatyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil	MCS_K1_U14, MCS_K1_U15	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin informatyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
konwersatorium	5
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30
	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie zagadnień wybranych dziedzin informatyki, omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, konferencje), przegląd i omówienie podręczników z wybranego działu informatyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju



Analiza matematyczna 2 „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18291.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami z analizy matematycznej.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania zaawansowanych metod analizy matematycznej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	pojęcie pochodnej funkcji, metody jej wyznaczania oraz jej zastosowania	MCS_K1_W02, MCS_K1_W06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	pojęcie całki Riemanna, metody jej wyznaczania oraz jej zaawansowane własności	MCS_K1_W03, MCS_K1_W06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zastosować zaawansowane pojęcia, twierdzenia i metody analizy matematycznej do rozwiązywania zadań.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U03, MCS_K1_U07	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
U2	przeprowadzić dowody twierdzeń z zakresu analizy matematycznej	MCS_K1_U01, MCS_K1_U07, MCS_K1_U10	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	oceny poprawności zaawansowanych własności matematycznych wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Pochodna, jej podstawowe własności (pochodna złożenia i funkcji odwrotnej), interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej. Twierdzenia o wartości średniej. Reguła de l'Hôpitala. Pochodne wyższych rzędów. Funkcje gładkie. Wzór Taylora. Funkcje wypukłe. Badanie przebiegu zmienności funkcji (warunki konieczny i wystarczający istnienia ekstremum lokalnego, znak pochodnej a monotoniczność). Różniczkowanie funkcji danych za pomocą szeregów potęgowych (informacyjnie). Zbieżność jednostajna a ciągłość i różniczkowalność. Całka Riemanna na przedziale domkniętym: definicja i podstawowe własności. Funkcja pierwotna, metody znajdowania funkcji pierwotnych. Podstawowe twierdzenie rachunku różniczkowego i całkowego. Kryteria całkowalności. Całki niewłaściwe. Kryterium całkowe zbieżności szeregów. Zastosowania całek do znajdowania długości łuku (informacyjnie). Szeregi Fouriera, podstawowe kryteria zbieżności (informacyjnie).	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Zaliczenie na ocenę pozytywną ćwiczeń i egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Pozytywnie oceniona aktywność na ćwiczeniach. Pozytywne oceny ze sprawdzianów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu Analiza matematyczna 1 "T"

Algebra liniowa z geometrią 2 „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18292.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
--	--

Okres Semestr 2	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	Liczba punktów ECTS 6.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi wiadomościami z zakresu algebry wieloliniowej oraz zaawansowanych własności wyznacznika i wielomianu charakterystycznego macierzy oraz nabycie umiejętności stosowania tych pojęć
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane twierdzenia dotyczące grupy symetrycznej, wyznacznika, wzorów Cramera, wielomianu charakterystycznego, przestrzeni dualnej oraz form wieloliniowych, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań zaawansowanych twierdzeń z algebry liniowej oraz stosować poznane techniki dowodowe	MCS_K1_U01, MCS_K1_U08, MCS_K1_U10	zaliczenie na ocenę, egzamin
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	weryfikacji poprawności wybranych własności matematycznych wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	egzamin

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	90	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Grupa symetryczna	W1, U1, K1
2.	Wyznacznik macierzy	W1, U1, K1
3.	Wzory Cramera	W1, U1, K1
4.	Wielomian charakterystyczny macierzy	W1, U1, K1
5.	Przestrzeń dualna	W1, U1, K1
6.	Formy wieloliniowe	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywna ocena na podstawie sprawdzianów i aktywności

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczenie Algebra liniowa z geometrią 1 "T"

Metody programowania

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.03269.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
--	---

Okres Semestr 2	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30</p>	Liczba punktów ECTS 6.0
---------------------------	--	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Nauczenie studentów wybranych metod projektowania i analizy algorytmów.
C2	Zapoznanie studentów z klasycznymi algorytmami sortowania, wyszukiwania oraz przeglądu grafów.
C3	Opanowanie przez studentów umiejętności efektywnego implementowania poznanych algorytmów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	podstawowe struktury danych (drzewa, grafy, tablice haszowane) i metody ich realizacji programistycznej	MCS_K1_W10	egzamin pisemny, zaliczenie
W2	wybrane techniki konstrukcji algorytmów	MCS_K1_W09	egzamin pisemny, zaliczenie
W3	podstawowe techniki sortowania i wyszukiwania danych	MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin pisemny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	posługiwać się podstawowymi strukturami danych przy opisie prostych problemów przedstawionych w języku naturalnym	MCS_K1_U13	egzamin pisemny, zaliczenie
U2	projektować i implementować algorytmy wykorzystując podstawowe struktury danych oraz wybrane techniki programistyczne	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	zaliczenie
U3	pisać program w sposób czytelny, na podstawowym poziomie testować go, szukać w nim błędów i optymalizować	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie
U4	zaproponować rozwiązanie dla prostego problemu algorytmicznego wybierając dla jego rozwiązania właściwą metodę	MCS_K1_U13	egzamin pisemny, zaliczenie
U5	ustnie i pisemnie przedstawiać opracowanie rozwiązania prostego problemu	MCS_K1_U01, MCS_K1_U11	egzamin pisemny, zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu lub uzupełnieniu własnego zrozumienia danego tematu	MCS_K1_K01, MCS_K1_K04, MCS_K1_K06	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
laboratorium	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60	
rozwiązywanie zadań	20	
przygotowanie do sprawdzianu	10	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Struktury drzewiaste: drzewa, drzewa binarne, reprezentacje, elementarne i zaawansowane algorytmy przeglądu, drzewo wyszukiwań binarnych.	W1, W2, U1, U4, U5, K1
2.	Złożoność amortyzowana, tablice dynamiczne, haszowanie (podstawy).	W2, W3, U2, U3, U4, U5, K1
3.	Grafy: reprezentacja, przegląd BFS i DFS, spójne składowe, cykle, sortowanie topologiczne metodą DFS, silnie spójne składowe, cykl Eulera.	W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1
4.	Rekurencja, zamiana na iterację ze stosem, programowanie z nawrotami.	W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1
5.	Metoda dziel i zwyciężaj, szybkie mnożenie liczb i macierzy, sortowanie przez scalanie, twierdzenie o rekurencji uniwersalnej (wersja uproszczona).	W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1
6.	Quicksort, warianty (Hoare, Lomuto), wersja nierekurencyjna, wersja oszczędna pamięciowo.	W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1
7.	Kopiec binarny jako kolejka priorytetowa, sortowanie metodą kopca, statystyki pozycyjne.	W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1
8.	Drzewa przedziałowe - podstawy, drzewa licznikowe.	W1, U1, U2, U3, U4, U5, K1
9.	Sortowanie pozycyjne, sortowanie zewnętrzne, dolne ograniczenia na złożoność sortowania.	W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, 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 ustalana na podstawie oceny z laboratorium oraz egzaminu.
laboratorium	zaliczenie	Zaliczenie laboratorium na podstawie programów zaliczeniowych, zadań domowych oraz kolokwiiów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu: Podstawy programowania

Matematyka dyskretna

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.01914.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
--	--

Okres Semestr 2	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 45 ćwiczenia: 45</p>	Liczba punktów ECTS 8.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z pojęciami i twierdzeniami z zakresu matematyki dyskretnnej oraz wykształcenie umiejętności swobodnego posługiwania się nimi
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	najważniejsze pojęcia i twierdzenia z zakresu kombinatoryki oraz teorii grafów, w szczególności te wymienione w polu Treść sylabusu.	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	sformułować najważniejsze twierdzenia matematyki dyskretnej, oraz ilustrować je prostymi przykładami i rozwiązać prosty problem kombinatoryczny z nim związany oraz przedstawić rozwiązanie ustnie i pisemnie.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U04, MCS_K1_U06	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny opinii i stwierdzeń, które nie zostały w sposób wystarczający uzasadnione.	MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	45	
ćwiczenia	45	
przygotowanie do ćwiczeń	125	
przygotowanie do egzaminu	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 235	ECTS 8.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Współczynniki dwumianowe, 12 wariantów wkładania obiektów do szuflad, liczby Fibonacciego, liczby Stirlinga, liczby Bella, liczby Eulera i inne.</p> <p>2. Liczby Catalana: przegląd rodzin obiektów zliczanych przez liczby Catalana. Liczby Motzkina.</p> <p>3. Elementarna teoria liczb: algorytm Euklidesa, chińskie twierdzenie o resztach, funkcje arytmetyczne i inne.</p> <p>4. Funkcje tworzące: rozwiązywanie zależności rekurencyjnych.</p> <p>5. Funkcje tworzące: zastosowania do zliczania obiektów.</p> <p>6. Zbiory częściowo uporządkowane: twierdzenie Dilwortha, lemat Erdősa-Szekeresa.</p> <p>7. Krata boolowska: twierdzenie Spernera, nierówność LYM, podział na symetryczne łańcuchy, liczby Dedekinda, cienie rodzin w kracie boolowskiej.</p> <p>8. Teoria zbiorów: twierdzenie Erdősa-Ko-Rado, k-kaskadowa reprezentacja liczb naturalnych.</p> <p>9. Teoria Ramsey'a: liczby Ramsey'a, ograniczenia dolne i górne, twierdzenie Schura, twierdzenie Erdősa-Szekeresa, twierdzenie Halesa-Jewetta, twierdzenie van der Waerdena.</p> <p>10. Wstęp do teorii grafów: cykle Eulera i Hamiltona, twierdzenie Diraca, grafy dwudzielne, twierdzenie Kőniga, twierdzenia Halla, skojarzenia w ogólnych grafach, twierdzenie Tutte'a, twierdzenie Mengerera, przepływy w sieciach, twierdzenie Forda-Fulkersona.</p> <p>11. Kolorowanie grafów: liczba chromatyczna, liczba kolorująca, listowa liczba chromatyczna, twierdzenie Brooksa, twierdzenie Vizinga.</p> <p>12. Konstrukcje grafów bez trójkątów o dowolnie dużej liczbie chromatycznej.</p> <p>13. Planarność: formalne wprowadzenie, dyskretne twierdzenie Jordana, formuła Eulera. Kolorowanie grafów planarnych.</p> <p>14. Minory w grafach i twierdzenie Kuratowskiego.</p> <p>15. Ekstremalna teoria grafów: twierdzenia Turána, twierdzenie Erdősa-Stone'a.</p>	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, 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, kolokwia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu Elementy logiki i teorii mnogości „T”

Wstęp do algebry „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18307.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
--	---

Okres Semestr 2	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć ćwiczenia: 30 wykład: 30</p>	Liczba punktów ECTS 6.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami algebry.
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się wybranymi metodami algebry.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane struktury algebraiczne oraz dotyczące ich twierdzenia z dowodami w zakresie arytmetyki liczb całkowitych i liczb pierwszych, kongruencji oraz teorii grup, homomorfizmów i izomorfizmów.	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować twierdzenia poznane podczas wykładu do rozwiązywania problemów z zakresu podstaw algebry i elementarnej teorii liczb oraz innych działów matematyki	MCS_K1_U03, MCS_K1_U09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego poszerzania wiedzy z zakresu podstaw algebry i elementarnej teorii liczb	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
ćwiczenia	30	
wykład	30	
przygotowanie do ćwiczeń	60	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Liczby całkowite, wymierne, rzeczywiste, zespolone, kwaterniony, oktoniony, konstrukcja Cayleya-Dixona	W1, U1, K1
2.	Arytmetyka liczb całkowitych, liczby pierwsze, nieskończoność zbioru liczb pierwszych, zasadnicze twierdzenie arytmetyki, NWW, NWD, algorytm Euklidesa, liniowe równanie diofantyczne	W1, U1, K1
3.	Kongruencje, małe twierdzenie Fermata, twierdzenie Eulera, twierdzenie chińskie o resztach,	W1, U1, K1
4.	Lemat Hensela, kongruencje kwadratowe, symbol Legendre'a, symbol Jacobiego, kryterium Eulera, prawo wzajemności reszt kwadratowych.	W1, U1, K1

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
5.	Grupy i ich przykłady: grupy izometrii, permutacji, macierzy, grupy skończone, grupa cykliczna, rząd grupy, rząd elementu.	W1, U1, K1
6.	Podgrupy normalne, grupa ilorazowa, homomorfizmy grup, jądro i obraz, izomorfizm grup, twierdzenia o izomorfizmach.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

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

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie Elementy logiki i teorii mnogości "T" lub Analizy matematycznej 1 "T"



Język polski dla cudzoziemców 2

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18331.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>	
<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć lektorat: 60</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	rozwijanie sprawności rozumienia tekstów mówionych i pisanych, w których pojawiają się struktury i słownictwo przewidziane dla poziomu co najmniej B1;
C2	rozwijanie umiejętności produkcyjnych, interakcyjnych i mediacyjnych z wykorzystaniem słownictwa i struktur gramatycznych przewidzianych dla poziomu co najmniej B1;
C3	rozwijanie sprawności pisania i redagowania prostych tekstów z wykorzystaniem słownictwa i struktur gramatycznych przewidzianych dla poziomu co najmniej B1;
C4	kształcenie strategii umożliwiających realizację zadań w sytuacji niepełnego zrozumienia tekstu (mówionego bądź pisanego) poprzez wykorzystanie kontekstu pozajęzykowego, a także własnej wiedzy ogólnej;
C5	rozwijanie u uczących się świadomości metajęzykowej (w tym umiejętności rozpoznawania i poprawiania własnych błędów) oraz umiejętności korzystania z wiedzy i sprawności nabytych w trakcie nauki innych języków obcych;
C6	rozwijanie umiejętności samooceny własnych umiejętności językowych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	struktury gramatyczne przewidziane dla poziomu co najmniej B1;	MCS_K1_W13	egzamin pisemny, egzamin ustny
W2	co najmniej 3000 najczęściej używanych wyrazów;	MCS_K1_W13	egzamin pisemny, egzamin ustny
W3	zasady pisowni i interpunkcji przewidziane w programie nauczania dla poziomu co najmniej B1.	MCS_K1_W13	egzamin pisemny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zrozumieć treść i intencje wypowiedzi mówionych (monologów, dialogów i polilogów) o prostej strukturze w standardowej odmianie języka, artykułowanych starannie, w wolnym tempie i w dobrych warunkach akustycznych;	MCS_K1_U16	egzamin ustny
U2	odczytać treści i intencje zawarte w prostych tekstach użytkowych i prasowych (rozumienie globalne), a także wyszukać w nich konkretne informacje,	MCS_K1_U16	egzamin pisemny
U3	sformułować wypowiedzi pisemne, m.in. opis osoby, miejsca, przedmiotu, krajobrazu, charakterystykę, opowiadanie;	MCS_K1_U16	egzamin pisemny
U4	sformułować krótszą, tematyczną wypowiedź ustną;	MCS_K1_U16	egzamin ustny
U5	zainicjować i podtrzymywać rozmowę dotyczącą znanych mu tematów;	MCS_K1_U16	egzamin ustny
U6	dokonać mediacji prostych wypowiedzi ustnych i pisemnych;	MCS_K1_U16	egzamin pisemny, egzamin ustny
U7	realizować funkcje językowe i posługiwać się oficjalną lub nieoficjalną odmianą języka polskiego odpowiednio do sytuacji;	MCS_K1_U16	egzamin pisemny, egzamin ustny
U8	posługiwać się słownictwem (co najmniej 3000 najczęściej wyrazów), i strukturami gramatycznymi w zakresie określonym w treściach kształcenia oraz stosować zasady pisowni i interpunkcji przewidziane w programie nauczania dla poziomu B1;	MCS_K1_U16	egzamin pisemny, egzamin ustny
U9	wykorzystywać strategie prowadzące do rozumienia tekstu mówionego/pisanego oraz wykorzystywać strategie kompensacyjne i korygujące, ułatwiające rozumienie i tworzenie wypowiedzi.	MCS_K1_U16	egzamin pisemny, egzamin ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	korzystania z zasobów nowo poznawanego języka;	MCS_K1_K09	egzamin pisemny, egzamin ustny
K2	podejmowania działań językowych w obrębie wszystkich sprawności językowych;	MCS_K1_K09	egzamin pisemny, egzamin ustny
K3	samooceny własnych umiejętności językowych.	MCS_K1_K09	egzamin pisemny, egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
lektorat	60	
przygotowanie do zajęć	30	
przygotowanie prac pisemnych	10	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10	
przygotowanie do egzaminu	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120	ECTS 4.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Kręgi tematyczne</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uczenie się języków obcych (sposoby uczenia się, strategie zapamiętywania, motywacja do uczenia się języków). 2. Zdrowie (samopoczucie, stan zdrowia, choroby, lekarstwa, lekarze, dieta i zdrowy styl życia). 3. Środowisko naturalne (zanieczyszczenie środowiska, ekologia, ochrona środowiska). 4. Kultura (kultura wysoka i popularna, wydarzenia kulturalne, znani twórcy). 5. Media (prasa, radio, telewizja, Internet, media społecznościowe). 6. Tradycje świąteczne (święta państwowe i religijne obchodzone od lutego do września). 7. Tematy budzące zainteresowanie uczących się (np. aktualne wydarzenia polityczno-społeczne; globalizacja; inżynieria genetyczna; stereotypy i uprzedzenia; konflikty międzypokoleniowe). 	<p>W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9, K1, K2, K3</p>
2.	<p>Katalog zagadnień stylistycznych</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Składnia – środki warunkujące spójność tekstu (spójniki, zaimki względne). 2. Rodzaje stylu (formalny, nieformalny i potoczny) 3. Środki stylistyczne (elipsy, antonimy, synonimy, wyrazy bliskoznaczne, epitety, porównania) 	<p>W1, W2, W3, U2, U3, K1, K2</p>

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
3.	<p>Gramatyka:</p> <p>1. Powtórzenie i utrwalenie fleksji imiennej (odmiana rzeczowników, przymiotników i zaimków osobowych przez wszystkie przypadki w liczbie pojedynczej i mnogiej), funkcje przypadków. 2. Powtórzenie i utrwalenie fleksji werbalnej (koniugacje w czasie teraźniejszym, czas przeszły czasowników niedokonanych i dokonanych, czas przyszły złożony i prosty). 3. Odmiana zaimka "swoj" oraz zasady użycia. 4. Negacja podwójna i wielokrotna w zdaniu pojedynczym. 5. Czasowniki niefleksyjne i wyrazy modalne: trzeba, można, warto. 6. Czasownik ruchu. 7. Koniugacja i użycie czasownika "powinien". 8. Nazwy czynności. 9. Stopniowanie przymiotników i przysłówków. 10. Tryb rozkazujący. 11. Tryb przypuszczający i zdania warunkowe. 12. Deklinacja liczebników głównych i porządkowych. 13. Zdania złożone współrzędnie. 14. Strona zwrotna. 15. Zdania złożone podrzędnie.</p>	W1, W2, W3, U8, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

metoda sytuacyjna, burza mózgów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, gra dydaktyczna, grywalizacja, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
lektorat	egzamin pisemny, egzamin ustny	Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest obecność i aktywność na zajęciach oraz terminowe oddawanie zadań domowych, pozytywne zaliczenie egzaminu pisemnego i ustnego. .

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu Język polski dla cudzoziemców 1.



Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 2

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18295.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 1.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z możliwymi drogami rozwoju naukowego w wybranych działach matematyki, opracowanie planu rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów matematyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych działów matematyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
konwersatorium	5
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30
	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie zagadnień wybranych działów matematyki, omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, konferencje), przegląd i omówienie podręczników z wybranego działu matematyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju

Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 2

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.12.18296.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	---

Okres Semestr 2	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5</p>	Liczba punktów ECTS 1.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z możliwymi drogami rozwoju naukowego w wybranych działach informatyki, opracowanie planu rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów informatyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil	MCS_K1_U14, MCS_K1_U15	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin informatyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
konwersatorium	5
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30
	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie zagadnień wybranych dziedzin informatyki, omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, konferencje), przegląd i omówienie podręczników z wybranego działu informatyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju



Algorytmy i struktury danych 1

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.14.03340.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 3	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opanowanie techniki programowania dynamicznego i metody zachłannej konstrukcji algorytmów.
C2	Zapoznanie studentów z technikami wykorzystania drzewiastych struktur w problemach wyszukiwania.
C3	Poznanie fundamentalnych algorytmów dla problemów grafowych i ich implementacja.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	zaawansowane struktury danych oparte o drzewa wyszukiwań binarnych: drzewa AVL, drzewa czerwono-czarne, B-drzewa, kopcodrzewa, drzewa rozchylane i metody ich realizacji programistycznej	MCS_K1_W10	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W2	techniki konstrukcji algorytmów, w szczególności o programowaniu dynamicznym i metodzie zachłannej	MCS_K1_W11	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
W3	podstawowe jak i wybrane zaawansowane algorytmy dla wielu problemów grafowych	MCS_K1_W11	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	modelować problemy przedstawione w języku naturalnym posługując się językiem matematyki i koncepcjami algorytmicznymi	MCS_K1_U13	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U2	projektować i implementować algorytmy wykorzystując podstawowe i wybrane zaawansowane techniki algorytmiczne	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
U3	testować swój program, szukać w nim błędów i optymalizować go	MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu lub uzupełnieniu własnego zrozumienia danego tematu	MCS_K1_K02	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
laboratorium	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60	
przygotowanie do zajęć	20	
przygotowanie do egzaminu	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Programowanie dynamiczne: podejście rekurencyjne i iteracyjne, odtwarzanie rozwiązania, problem wielkości pamięci. Przykłady: problem komiwojażera, problem plecakowy, najdłuższy wspólny podciąg i algorytm Hirschberga, optymalne drzewa BST.	W2, W3, U1, U2, U3, K1
2.	Metoda zachłanna, warunki zastosowania. Przykłady: maksymalny zbiór niezależny w grafie przedziałowym, kody Huffmana, szeregowanie z minimalizacją opóźnień, optymalne buforowanie w pamięci podręcznej.	W2, U1, U2, U3, K1
3.	Drzewa zrównoważone: drzewa AVL, drzewa czerwono-czarne, 2-3-drzewa, B-drzewa.	W1, U1, U2, U3, K1
4.	Inne mechanizmy równoważenia drzew: probabilistyczny (kopcodrzewa), amortyzowany (drzewa rozchylane).	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
5.	Przegląd metodą DFS grafów nieskierowanych, dwuspójne składowe.	W2, W3, U1, U2, U3, K1
6.	Najkrótsze ścieżki w grafach, algorytmy: Bellmana/Forda, Dijkstry, Warshalla/Floyda, Johnsona, związek z mnożeniem macierzy.	W2, W3, U1, U2, U3, K1
7.	Przechodnie domknięcie relacji, mnożenie macierzy logicznych.	W2, W3, U1, U2, U3, K1
8.	Minimalne drzewa rozpinające, algorytmy: Jarnika/Prima, Kruskala, Boruvki/Sollina; problem sumowania zbiorów rozłącznych.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
9.	Przepływy w sieciach, algorytmy: Forda/Fulkersona, Edmondsa/Karpa, metoda "prześlij-przemianuj".	W2, W3, U1, U2, U3, K1
10.	Skojarzenia w grafach dwudzielnych, algorytm "turbo matching", algorytm Hopcrofta/Karpa.	W2, W3, U1, U2, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	Zaliczenie ćwiczeń i pozytywne zdanie egzaminu
laboratorium	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie laboratorium na podstawie programów zaliczeniowych, zadań domowych oraz kolokwiiów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu: Metody programowania.



Ochrona własności intelektualnej
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.14.00005.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Nauki prawne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0421 Prawo
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 3	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 1.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studenta z podstawowymi pojęciami z zakresu prawa własności intelektualnej.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	zasady ochrony własności intelektualnej.	MCS_K1_W12	zaliczenie
W2	zasady obrotu dobrami niematerialnymi.	MCS_K1_W12	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	ocenić, czy dany sposób korzystania z dobra niematerialnego jest legalny.	MCS_K1_U15	zaliczenie
U2	posługiwać się prawem cytatu.	MCS_K1_U15	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	prowadzenia działalności gospodarczej, zawodowej, społecznej opartej na wykorzystywaniu dóbr własności intelektualnej.	MCS_K1_K08	zaliczenie
K2	prowadzenia działalności związanej z popularyzacją ochrony własności intelektualnej.	MCS_K1_K08	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	5	
przygotowanie do zajęć	25	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wprowadzenie do prawa własności intelektualnej.	W1, W2, U1, U2, K1, K2
2.	Wprowadzenie do problematyki prawa autorskiego. Utwór jako przedmiot prawa autorskiego.	W1, W2, U1, U2, K1, K2
3.	Wprowadzenie do problematyki prawa własności przemysłowej ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień dotyczących prawa patentowego oraz prawa znaków towarowych.	W1, W2, U1, K1, K2
4.	Zasady legalnego korzystania z dóbr niematerialnych. Wolność wypowiedzi a prawa własności intelektualnej.	W1, W2, U1, U2, K1, K2
5.	Plagiat jako przejaw naruszenia prawa do autorstwa utworu.	W1, W2, U1, U2, K1, K2
6.	Przywłaszczenie cudzych ustaleń naukowych jako przejaw naruszenia dóbr osobistych prawa powszechnego.	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Uczestnictwo w wykładzie, rozwiązanie zadania wskazanego przez prowadzącego

Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 3

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.14.18297.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

Okres Semestr 3	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5</p>	Liczba punktów ECTS 3.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu dalszego rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów matematyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil oraz poza WMil (wyjazdy, konferencje, wymiana studencka)	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin matematyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	70	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, wyjazdy zagraniczne, konferencje), pogłębienie wiedzy z wybranego działu matematyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju



Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 3

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.14.18298.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 3	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 3.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu dalszego rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów informatyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil oraz poza WMil (wyjazdy, konferencje, wymiana studencka)	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin informatyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	70	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, wyjazdy zagraniczne, konferencje), pogłębienie wiedzy z wybranego działu informatyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju

Mikroekonomia
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03432.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Ekonomia i finanse</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0311 Ekonomia</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Poznanie wybranych zagadnień z mikroekonomii i nabycie umiejętności ich stosowania.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	założenia podstawowych modeli mikroekonomicznych	MCS_K1_W01, MCS_K1_W03	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	konstrukcje podstawowych modeli mikroekonomicznych	MCS_K1_W01, MCS_K1_W03	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	posługiwać się podstawowymi modelami matematycznymi w ekonomii	MCS_K1_U07	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
U2	konstruować podstawowe modele optymalnego wyboru konsumenta oraz modele funkcjonowania przedsiębiorstwa	MCS_K1_U07	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	przedsiębiorczego działania	MCS_K1_K04	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
K2	dokonywania optymalnego wyboru	MCS_K1_K04	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	60	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe modele wyboru konsumenta w świecie dwóch dóbr	W1, W2, U1, U2, K1, K2
2.	Podstawowe modele wyboru międzyokresowego	W1, W2, U1, U2, K2
3.	Podstawowe modele konkurencji doskonałej	W1, W2, U1, U2, K1, K2
4.	Podstawowe modele monopolu i dyskryminacji cenowej monopolu	W1, W2, U1, U2, K1, K2
5.	Podstawowe modele duopolu	W1, W2, U1, U2, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę	Uzyskanie co najmniej 60% punktów z prac zaliczeniowych
ćwiczenia	zaliczenie pisemne	Uzyskanie co najmniej 60% punktów ze sprawdzianów

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw rachunku różniczkowego

Filozofia

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>		<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.01246.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Filozofia</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0223 Filozofia i etyka</p>	
<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>	

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	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wiedzę z filozofii i filozofii informacji oraz filozoficznych problemów sztucznej inteligencji	MCS_K1_W01	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
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.	MCS_K1_U10	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
Kompetencje 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;	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

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, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie pisemne	test
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność, referat



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Analiza matematyczna 3 „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18304.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 5	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 12.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 60 ćwiczenia: 60	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami z analizy matematycznej.
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się zaawansowanymi metodami analizy matematycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane zaawansowane twierdzenia dotyczące różniczkowalności odwzorowań między przestrzeniami Banacha, pochodnych cząstkowych, ekstremów lokalnych i warunkowych dyfeomorfizmów, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04, MCS_K1_W06	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować zaawansowane metody i techniki analizy matematycznej	MCS_K1_U01, MCS_K1_U07, MCS_K1_U10	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	poznawania licznych zastosowań analizy matematycznej w ramach dalszego kształcenia.	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	60	
ćwiczenia	60	
przygotowanie do ćwiczeń	90	
przygotowanie do egzaminu	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 300	ECTS 12.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Uzupełnienie wiadomości z zakresu teorii przestrzeni unormowanych i przestrzeni Banacha koniecznych przy budowie rachunku różniczkowego. Różniczkowalność odwzorowań między przestrzeniami Banacha. Pochodne cząstkowe i ich związki z pochodnymi. Twierdzenie o lokalnym dyfeomorfizmie oraz twierdzenie o funkcjach uwikłanych. Wyższe pochodne, wzór Taylora, szereg Taylora. Ekstrema lokalne. Podrozmaitości K^m i ekstrema warunkowe.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

ćwiczenia przedmiotowe, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona uzyskaniem z ćwiczeń oceny różnej od NZAL
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach związana z rozwiązywaniem zadań domowych, pozytywne wyniki sprawdzianów pisemnych

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Analiza matematyczna 1 "T"; Analiza matematyczna 2 "T"

Miara i całka „T”
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18305.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami z teorii miary i całki.
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się wybranymi metodami z teorii miary i całki

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	zaawansowane definicje i twierdzenia dotyczące przestrzeni i funkcji mierzalnych, całki (w tym całki Lebesgue'a) oraz różniczkowania względem miary wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wskazać przykłady zastosowań wybranych zaawansowanych twierdzeń z teorii miary i całki; oraz stosować poznane techniki dowodowe	MCS_K1_U01, MCS_K1_U03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	oceny poprawności wybranych własności miary i całki wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K01, MCS_K1_K03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Sigma algebry: generowanie, produkty, lemat Dynkina, zbiory borelowskie.</p> <p>Funkcje mierzalne: własności, aproksymacja funkcjami prostymi, funkcje Baire'a.</p> <p>Miara: własności, przeniesienie miary przez odwzorowanie, atomy. Przykłady miar: Diraca, licząca, dyskretna, probabilistyczna, Haara, miara zewnętrzna.</p> <p>Rozszerzanie i uzupełnianie miar: warunek Carathéodory'ego, istnienie jednoznaczność rozszerzenia, iloczyn kartezjański miar, dystrybuanta miary probabilistycznej. Zbiory i miara Lebesgue'a: własności, zbiory miary zero, zbiory niemierzalne i rozkłady paradoksalne. Całka: konstrukcja, przykłady, własności, twierdzenia o przechodzeniu do granicy pod całką, całka względem przeniesienia miary, twierdzenie Fubinięgo, całka Lebesgue'a i jej związek z całką Riemanna.</p> <p>Nierówności całkowe: Höldera, Minkowskiego, Jensena, przestrzenie L_p, splot.</p> <p>Różniczkowanie miar: bezwzględna ciągłość, miary ortogonalne i absolutnie ciągłe, gęstości, twierdzenie Radona-Nikodyma, twierdzenie o zmianie miary w całce. Miara i całka a topologia: miary regularne i ciasne, twierdzenia Jęgorowa i Łuzina, miary Radona, twierdzenie Riesz.</p>	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, poprzedzona dopuszczeniem na podstawie udziału w ćwiczeniach
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczone Elementy logiki i teorii mnogości "T"



Algebra liniowa z geometrią 3 „T” Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18306.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 5	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi wiadomościami z zakresu algebry wieloliniowej
C2	Nabywanie umiejętności stosowania metod zaawansowanej algebry wieloliniowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane zaawansowane pojęcia algebry liniowej i wieloliniowej oraz twierdzenia z dowodami związanymi z iloczynem tensorowym, potęgą zewnętrzną, operatorami normalnymi, przestrzeniami rzutowymi oraz algebraami rzeczywistymi.	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować zaawansowane twierdzenia algebry liniowej i wieloliniowej do rozwiązywania problemów z zakresu różnych działów matematyki	MCS_K1_U08, MCS_K1_U09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego poszerzania wiedzy z zakresu algebry liniowej	MCS_K1_K01, MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	60	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Postać normalna macierzy/endomorfizmu	W1, U1, K1
2.	Iloczyn tensorowy	W1, U1, K1
3.	Potęga zewnętrzna	W1, U1, K1
4.	Operatory normalne	W1, U1, K1
5.	Przestrzeń rzutowa	W1, U1, K1
6.	Algebry rzeczywiste	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań

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

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Algebra liniowa z geometrią 2 "T"

Algebra „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18309.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 45 ćwiczenia: 45</p>	<p>Liczba punktów ECTS 8.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Poszerzenie wiadomości z zakresu teorii grup o wyniki wykorzystywane w teorii ciał.
C2	Przekazanie wybranych wiadomości z zakresu pierścieni przemiennych oraz rozszerzeń ciał.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane twierdzenia teorii grup, teorii pierścieni przemiennych oraz teorii ciał, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń teorii grup, teorii pierścieni przemiennych oraz teorii ciał; oraz stosować poznane techniki dowodowe	MCS_K1_U09	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego rozszerzania zdobytej wiedzy	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	45	
ćwiczenia	45	
przygotowanie do ćwiczeń	75	
przygotowanie do egzaminu	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	45	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 240	ECTS 8.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Elementy teorii grup: grupy proste i grupy rozwiązalne, klasyfikacja grup abelowych skończenie generowanych.	W1, U1, K1
2.	Teoria pierścieni przemiennych: homomorfizmy pierścieni i pierścienie ilorazowe, chińskie twierdzenie o resztach. Ideały i pierścienie ułamków. Ideały pierwsze i maksymalne. Pierścienie noetherowskie, pierścienie euklidesowe i pierścienie ideałów głównych. Pierścienie z jednoznacznością rozkładu. Pierścienie wielomianów, pierścienie wielomianów, wyróżnik wielomianu, kryterium Eisensteina.	W1, U1, K1
3.	Teoria ciał: rozszerzenia ciał, rozszerzenia algebraiczne, liczby algebraiczne, liczby przestępne, ciało rozkładu wielomianu, domknięcie algebraiczne ciała, wielomiany cyklotomiczne, elementy teorii Galois, rozwiązalność równań algebraicznych, wykonalność konstrukcji przy pomocy cyrkla i linijki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	pozytywna ocena z egzaminu, warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych, prace klasowe

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Wstęp do algebry lub Wstęp do algebry "T"

Topologia 2

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03435.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami z topologii.
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się zaawansowanymi metodami topologicznymi.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane twierdzenia dotyczące lokalnej zwartości i spójności, zbiorów gęstych, przestrzeni parazwartych, topologii przestrzeni euklidesowych, retraktów, homotopii oraz różnorodności topologicznych wraz z dowodami	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań zaawansowanych twierdzeń z topologii; oraz stosować poznane techniki dowodowe	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	oceny poprawności wybranych własności topologicznych wraz z uzasadnieniem (dowodem).	MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokalna zwartość, zwarcenie Aleksandrowa. 2. Lokalna spójność. Continua. 3. Zbiory gęste, zbiory nigdziegęste. Przestrzenie ośrodkowe. Twierdzenie Baire'a. 4. Przestrzenie parazwarte, twierdzenie o rozkładzie jedynek. 5. Wybrane zagadnienia topologii przestrzeni euklidesowych. Twierdzenie Brouwera o punkcie stałym, twierdzenie Jordana o rozcinianiu (bez dowodu). 6. Retrakcja i retrakty. 7. Homotopia. Grupa podstawowa. 8. Różnorodności topologiczne. Klasyfikacja różnorodności dwuwymiarowych (bez dowodu), informacja o hipotezie Poincarego. 	W1, U1, K1

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	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Topologia 1 lub Topologia 1 "T"

Funkcje analityczne „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18312.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	przekazanie wiedzy z zakresu wybranych własności funkcji analitycznych i analizy zespolonej jednej zmiennej
C2	nabywanie umiejętności posługiwania się metodami analizy zespolonej jednej zmiennej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane pojęcia związane z szeregami potęgowymi, C-różniczkowalnością, całkowaniem funkcji zespolonych, osobliwościami funkcji holomorficznymi oraz odwzorowaniami konforemnymi	MCS_K1_W04	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować w przykładach i rozwiązywaniu zadań wybrane metody teorii funkcji analitycznych	MCS_K1_U01, MCS_K1_U05	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	pogłębiania swojej wiedzy	MCS_K1_K01	egzamin pisemny, egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	90	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe własności liczb zespolonych, funkcje elementarne, szeregi potęgowe, C-różniczkowalność, całki po drogach, twierdzenie całkowite 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 holomorficznymi, wzór Cauchy'ego-Hadamarda, zasada identyczności dla szeregów potęgowych i funkcji holomorficznymi. Twierdzenie o odwzorowaniu otwartym, indeks drogi zamkniętej, twierdzenie Cauchy'ego-Dixona. Szeregi Laurenta, osobliwości funkcji holomorficznymi, twierdzenie Casoratiego-Weierstrassa-Sochockiego, twierdzenie o residuach, obliczanie pewnych całek rzeczywistych. Zasada argumentu, twierdzenie Rouché'go. Odwzorowania konforemne, lemat Schwarz'a, automorfizmy koła, homografie, twierdzenie Riemanna o odwzorowaniu konforemnym (bez dowodu). Funkcje harmoniczne, wzór Poissona. Funkcje specjalne. Twierdzenie o liczbach pierwszych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu pisemnego i ustnego
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w ćwiczeniach, rozwiązywanie zadań

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza z teorii miary i całki oraz analizy wielowymiarowej;

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.

Analiza funkcjonalna „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18313.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie z wybranymi zagadnieniami analizy funkcjonalnej
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się wybranymi metodami analizy funkcjonalnej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wspomniane w Treści sylabusu, wraz z ich dowodami.	MCS_K1_W04	egzamin pisemny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podać przykłady zastosowań twierdzeń występujących w wykładzie, wymienionych w treści wykładu i użyć wyuczonych technik dowodowych	MCS_K1_U01	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu analizy funkcjonalnej.	MCS_K1_K03	egzamin pisemny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
przygotowanie do ćwiczeń	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Nierówność Cauchy'ego-Schwarza. 2. Twierdzenie o realizacji odległości punktu od zbioru wypukłego w przestrzeni Hilberta. 3. Twierdzenie o operatorze rzutu ortogonalnego; własności rzutu ortogonalnego. 4. Twierdzenie o podwójnym dopełnieniu ortogonalnym. 5. Twierdzenie F. Riesz'a o postaci ciągłego funkcjonału liniowego w przestrzeni Hilberta. 6. Nierówność Bessela. 7. Charakteryzacje bazy ortonormalnej (w tym rozwijalność w szereg Fouriera). 8. Tożsamość Parsevala. 9. Wymiar ortogonalny przestrzeni Hilberta (poprawność definicji). 10. Charakteryzacja ośrodkowych przestrzeni Hilberta za pomocą wymiaru. 11. Twierdzenie o zadawaniu topologii liniowej za pomocą bazy filtru (bez dowodu). 12. Warunki konieczne i wystarczające na metryzowalność przestrzeni liniowo-topologicznej i lokalnie wypukłej. 13. Twierdzenie Banacha-Steinhaus'a (zasada jednostajnej ograniczoności). 14. Twierdzenie Banacha o odwzorowaniu otwartym i odwzorowaniu odwrotnym. 15. Twierdzenie Banacha o wykresie domkniętym. 16. Funkcjonał Minkowskiego i jego własności. 17. Twierdzenie o zadawaniu topologii lokalnie wypukłej przez rozdzielającą rodzinę seminorm. 18. Twierdzenie Kołmogorowa - normowalność przestrzeni liniowo topologicznych. 19. Twierdzenie Hahna-Banacha - wersja analityczna rzeczywista. 20. Twierdzenie Hahna-Banacha dla przestrzeni unormowanych. 21. Twierdzenie o wydobywaniu normy wektora. 22. Izometryczne i liniowe zanurzenie przestrzeni unormowanej w jej bidualną. 23. Granica Banacha. 24. Twierdzenie o analitycznym oddzielaniu rozłącznych zbiorów wypukłych. 25. Twierdzenie o bipolarze. 26. Twierdzenie o zadawaniu słabych topologii (w tym słabej oraz *-słabej). 27. Związki pomiędzy słabym i silnym domknięciem zbioru wypukłego. 28. Twierdzenie Mazura. 29. Twierdzenie Banacha-Alaoglu.</p> <p>***** *****</p> <p>1. The Cauchy-Schwarz inequality. 2. Theorem on the realisation of the distance of a point from a convex set in Hilbert space. 3. Theorem on the orthogonal projection; properties of orthogonal projections. 4. Theorem on the double orthogonal complement. 5. The F. Riesz representation theorem for linear functionals on a Hilbert space. 6. The Bessel inequality. 7. Characterizations of an orthonormal basis. 8. The Parseval identity. 9. The orthogonal dimension of a Hilbert space. 10. A characterization of separable Hilbert spaces in terms of the orthogonal dimension. 11. Theorem on inducing a vector topology by a filter basis. 12. Necessary and sufficient conditions for metrizability of a topological vector space. 13. The Banach-Steinhaus theorem. 14. The Banach open and inverse mapping theorems. 15. The Banach closed graph theorem. 16. The Minkowski functional and its properties. 17. Theorem on inducing a locally convex topology by a separating family of seminorms. 18. The Kolmogorov theorem. 19. The Hahn-Banach theorem – analytic version. 20. The Hahn-Banach theorem for (semi-)normed spaces. 21. Theorem on attaining the norm of a vector. 22. Isometric and linear embedding of a normed space into its topological bidual. 23. The Banach limit. 24. The theorem on analytic separation of convex sets.</p> <p>25. The bipolar theorem.</p> <p>26. Theorem on inducing weak topologies (including the weak and the weak* 27. Theorem on the weak and the strong closures of a convex set. 28. The Mazur theorem. 29. The Banach-Alaoglu theorem.</p>	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 obecności na ćwiczeniach
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawy analizy matematycznej, topologii i algebry liniowej.



Równania różniczkowe zwyczajne „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.18314.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 5	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z teorią równań różniczkowych zwyczajnych.
C2	Nabywanie umiejętności posługiwania się metodami z teorii równań różniczkowych zwyczajnych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	twierdzenia (wraz z dowodami i przykładami zastosowań), pojęcia i przykłady dotyczące metod rozwiązywania równania skalarnego, twierdzenia o lokalnym istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, układów równań liniowych, równań różniczkowych autonomicznych i układów dynamicznych, stabilności punktu stacjonarnego, elementów mechaniki klasycznej.	MCS_K1_W04	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń dotyczących równań różniczkowych, oraz stosować poznane techniki dowodowe	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego analizowania i rozwiązywania problemów związanych z równaniami różniczkowymi	MCS_K1_K03, MCS_K1_K04	zaliczenie na ocenę
K2	krytycznej oceny poprawności rozumowań i rozwiązań przedstawianych przez innych	MCS_K1_K03, MCS_K1_K04	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Zagadnienie początkowe. Metody rozwiązywania równania skalarnego: równanie o zmiennych rozdzielonych, równanie jednorodne, równanie liniowe, całka pierwsza i czynnik całkujący. Twierdzenia o lokalnym istnieniu i jednoznaczności rozwiązań, lemat Gronwalla, ciągła i gładka zależność rozwiązań od wartości początkowych i parametrów, rozwiązania wysyczone. Układy równań liniowych, układy równań liniowych o stałych współczynnikach, równania liniowe wyższych rzędów o stałych współczynnikach, oscylator harmoniczny z tłumieniem i wymuszeniem. Równania różniczkowe autonomiczne i układy dynamiczne, pole wektorowe. stabilność punktu stacjonarnego w sensie Lapunowa i stabilność asymptotyczna, funkcja Lapunowa i równania gradientowe, linearyzacja - informacja, portret fazowy, portrety fazowe równań liniowych na płaszczyźnie, wahadło matematyczne, równanie logistyczne i układ drapieźnik - ofiara Lotki-Volterra. Elementy mechaniki klasycznej, równanie Newtona z jednym stopniem swobody, ruch w centralnym polu sił, prawa Keplera. Informacja o wybranych zagadnieniach współczesnej teorii równań różniczkowych.	W1, U1, K1, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu, na którą wpływ ma ocena z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywne wyniki sprawdzianów, aktywność na zajęciach, oraz rozwiązywanie zadań domowych

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Analiza matematyczna 2 "T"; Algebra liniowa z geometrią 2 "T"

Basic Differential Topology

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03419.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest przedstawienie podstawowych pojęć i metod topologii różniczkowej.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	pojęcia różniczkowości gładkiej, transwersalności, stopnia oraz kobordyzmu obramowanego	MCS_K1_W04	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń dotyczących podstawowych własności różniczkowalności, transwersalności, stopnia oraz kobordyzmu obramowanego	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu topologii różniczkowej	MCS_K1_K03	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Na wykładzie omówione zostaną następujące zagadnienia: różniczkowalność, transwersalność, teoria stopnia, kobordyzm obramowany i zastosowania.	W1, U1, K1

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	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczone kursy obejmujące elementarne pojęcia z analizy i topologii

Analytic Geometry

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.18316.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów z metodologią geometrii analitycznej w wymiarze 2 i 3
C2	nabywanie umiejętności posługiwania się wybranymi narzędziami geometrii analitycznej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	różnicę między stosowaniem metod klasycznej geometrii euklidesowej a metodami geometrii analitycznej	MCS_K1_W04	egzamin pisemny, zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
W2	rolę jaką odgrywa algebra liniowa w rozwiązywaniu problemów geometrycznych	MCS_K1_W04	egzamin pisemny, zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zastosować wiadomości z algebry liniowej w dowodzeniu twierdzeń geometrycznych.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U08	egzamin pisemny, zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
U2	precyzyjnie wykonać i omówić konstrukcje geometryczne, używając przyrządów geometrycznych lub innych narzędzi	MCS_K1_U01	egzamin pisemny, zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	starannego weryfikowania swoich intuicji	MCS_K1_K03	egzamin pisemny, zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	70	
przygotowanie do egzaminu	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany. Własności tych iloczynów, ich geometryczne interpretacje i znaczenie.	W1, W2, U1, U2, K1
2.	Twory stopnia pierwszego na płaszczyźnie i w 3-wymiarowej przestrzeni. Opisy analityczne, wzajemne położenie, odległości i kąty między nimi.	W2, U1, U2, K1
3.	Linie stopnia drugiego na płaszczyźnie. Okręgi, elipsy, hiperbole, parabole. Proste i ich położenie względem tych linii. Proste styczne, własności ogniskowe, krzywe stożkowe. Twierdzenie klasyfikacyjne.	W2, U1, U2

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
4.	Powierzchnie stopnia 2 w R^3 . Opisy analityczne elipsoid, hiperboloid, paraboloid, stożków i walców. Twierdzenie o podziale powierzchni stopnia 2.	W1, W2, U1, K1
5.	Powierzchnie obrotowe i prostokątne wśród powierzchni stopnia 2.	W2, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

ćwiczenia przedmiotowe, rozwiązywanie zadań, wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Zaliczenie testu, co najmniej na ocenę dostateczną.
ćwiczenia	zaliczenie pisemne, zaliczenie na ocenę	Zaliczenie sprawdzianu pisemnego, rozwiązywanie zadanych zadań.

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczono kurs zawierający podstawowe umiejętności z algebry liniowej



Representations of Finite Groups

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.16882.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów z teorią reprezentacji grup skończonych. Omówimy również wybrane zastosowania w algebrze, teorii liczb i kombinatoryce.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	twierdzenia będące przedmiotem wykładu, wymienione w polu Treść sylabusu, wraz z ich dowodami.	MCS_K1_W04	egzamin ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań twierdzeń poznanych podczas wykładu, wymienionych w polu Treść sylabusu, oraz stosować poznane idee i techniki występujące w ich dowodach.	MCS_K1_U01, MCS_K1_U02, MCS_K1_U03, MCS_K1_U05, MCS_K1_U08, MCS_K1_U10	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego poszerzania wiedzy z zakresu teorii reprezentacji i weryfikacji poprawności rozumowań	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	90	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Reprezentacje grup skończonych. Charaktery. Pierścienie i moduły półproste, twierdzenie Wedderburna—Artina. Twierdzenie Maschkego. Relacje ortogonalności. Reprezentacje indukowane. Twierdzenia Artina i Brauera. Wyznaczanie tablic charakterów. Reprezentacje grup symetrycznych. Zagadnienia wymierności. Zastosowania w teorii grup, teorii liczb i kombinatoryce.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdany egzamin ustny, na którym sprawdzana jest znajomość twierdzeń, definicji, przykładów i metod dowodowych

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w przeprowadzanym na zajęciach sprawdzianie oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych i prezentację ich rozwiązań

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursów z podstawowej algebry liniowej, teorii grup i elementarnej teorii pierścieni (przemiennych). Obecność na zajęciach (za wyjątkiem sprawdzianów) nie jest obowiązkowa, ale aktywność na ćwiczeniach i prezentowanie rozwiązań zadań ma wpływ na ocenę.

Teoria liczb

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03418.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami i twierdzeniami teorii liczb.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod z teorii liczb.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane twierdzenia i przykłady dotyczące pierwiastków prymitywnych, reszt kwadratowych, symbolu Legendre'a i Jacobiego, aproksymacji diofantycznych, reprezentacji liczb całkowitych, funkcji addytywnych i multiplikatywnych, elementów teorii liczb pierwszych oraz elementów teorii partycji, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń z teorii liczb; oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego formułowania pytań dotyczących własności liczb	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	70	
przygotowanie do egzaminu	30	
przygotowanie do sprawdzianów	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

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 zastosowania, 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	pozytywna ocena z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach oraz zaliczenie dwóch sprawdzianów

Wymagania wstępne i dodatkowe

wiedza z analizy matematycznej i algebry



Topological Dynamics and Chaos

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03412.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawami dynamiki topologicznej i matematycznej teorii chaosu.
C2	Nabycie umiejętności posługiwania się wybranymi metodami z dynamiki topologicznej i matematycznej teorii chaosu.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	definicje, twierdzenia (wraz z dowodami) oraz przykłady dotyczące wybranych zagadnień z teorii dyskretnych układów dynamicznych i matematycznej teorii chaosu.	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	korzystać z wybranych twierdzeń (oraz ich dowodów), przykładów i pojęć z teorii dyskretnych układów dynamicznych i matematycznej teorii chaosu.	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	konstruowania i analizy rozumowań (dowodów i przykładów) z zakresu dynamiki topologicznej i chaosu, znajdowania w nich błędów oraz wyjaśniania swojego rozumowania innym uczestnikom zajęć.	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Wprowadzenie do teorii dyskretnych układów dynamicznych i matematycznej teorii chaosu. Teoria ta może być opisana jako matematyczne badanie modeli rzeczywistych procesów ewoluujących w czasie. Interesują nas rygorystyczne sposoby jakościowego i ilościowego opisu chaosu dla tych modeli. Przedstawimy następujące zagadnienia (treść wykładu może być zawsze dostosowana do życzeń słuchaczy):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Układy dynamiczne. Punkty okresowe. Zbiory niezmiennicze i minimalne. Punkty rekurencyjne, nie wędrujące i łańcuchowo rekurencyjne. Przykłady. 2. Izomorfizm (sprzężenie topologiczne) i faktory. Przykłady układów izomorficznych. 3. Definicje (całkowitej) tranzytywności, (słabego) mieszania, dokładności i ich równoważniki. Przykłady. 4. Równociągłość, proksymalność i dystalność. Przykłady. 5. Przesunięcia. 6. Przekształcenia odcinka. Twierdzenie Szarkowskiego. Specyfikacja. Równoważność całkowitej tranzytywności i specyfikacji dla odwzorowań odcinka. 7. (Dodatnia) ekspansywność. 8. Entropia topologiczna. 9. Chaos Devaney'a i Li-Yorke'a. 	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

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

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy obejmujące podstawowe informacje z topologii przestrzeni metrycznych. Pojęcia zbieżności ciągów, ciągłości funkcji, zwartości i spójności.

Additive Combinatorics

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.17245.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zaznajomienie się z podstawowymi wynikami kombinatoryki addytywnej, szczególnie twierdzeniem Szemerédiego. Opanowanie podstaw następujących narzędzi: analizy fourierowskiej na liczbach całkowitych, równomiernego rozkładu, sum wykładniczych, norm Gowensa.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	podstawowe wyniki kombinatoryki addytywnej	MCS_K1_W04	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę, prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zastosować analityczne techniki wykorzystywane w kombinatoryce addytywnej: transformatę Fouriera, nierówność Cauchy'ego-Schwarza, kryteria równomiernego rozkładu, itp.	MCS_K1_U01	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu kombinatoryki addytywnej	MCS_K1_K02	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę, prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
rozwiązywanie zadań	80	
przygotowanie do egzaminu	20	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawowe twierdzenia klasycznej teorii Ramseya (twierdzenia Schura i van der Waerdena).	W1, U1, K1
2.	Twierdzenie Szemerédiego o ciągach arytmetycznych i jego uogólnienia.	W1, U1, K1
3.	Podstawy teorii zbiorów sum (twierdzenie Freimana-Ruzsy).	W1, U1, K1
4.	Podstawy dyskretnej analizy Fouriera i analizy Fouriera wyższego rzędu, w tym teoria norm Gowersa i nilciągów.	W1, U1, K1
5.	Tematy z analitycznej teorii liczb: równomierny rozkład, sumy wykładnicze, twierdzenie Dirichleta o aproksymacji.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę	Zaliczenie egzaminu pisemnego w formie stacjonarnej lub take-home. Złożenie na czas obowiązkowych zestawów zadań domowych.
ćwiczenia	prezentacja	Prezentacja na zajęciach zawartości zasugerowanego przez prowadzącego artykułu naukowego którego problematyka podchodzi pod tematykę przedmiotu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Przedmiot nie ma twardych wymagań, większość wymaganych narzędzi będzie wprowadzona w trakcie nauki. Podstawowa znajomość teorii miary, analizy fourierowskiej i norm L^p jest zalecana, ale nie wymagana.

Algebraic Geometry

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03422.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów ze współczesnym językiem geometrii algebraicznej obejmującym pojęcia różniczkowości (afinicznych, rzutowych) oraz schematów.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod z teorii geometrii algebraicznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	Podstawowe pojęcia z zakresu różniczkowalności algebraicznych quasi-rzutowych oraz dotyczące ich twierdzenia z dowodami w zakresie przedstawionym na wykładzie	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować twierdzenia poznane podczas wykładu, wymienione w polu Treść sylabusu, do rozwiązywania problemów dotyczących różniczkowalności algebraicznych i schematów oraz ich zastosowań w geometrii algebraicznej i innych działach matematyki	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego studiowania i poszerzania wiedzy z zakresu geometrii algebraicznej	MCS_K1_K01	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
rozwiązywanie zadań	75	
przygotowanie do egzaminu	15	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Różniczkowalności afiniczne i quasi-rzutowe, morfizmy różniczkowalności	W1, U1, K1
2.	Własności lokalne różniczkowalności quasi-rzutowych	W1, U1, K1
3.	Spektrum pierścienia przemiennego, topologia Zariskiego	W1, U1, K1
4.	Snopy pierścieni przemiennych, przestrzenie ze snopami lokalnych k-algebr	W1, U1, K1
5.	Definicja oraz podstawowe własności schematów	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu, warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych,

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczony kurs Algebra "T"

Obecność na ćwiczeniach obowiązkowa

Elementy teorii liczb

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.16858.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia w ramach wykładu z teorii liczb jest zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami, twierdzeniami oraz metodami dowodzenia, a także rozwijanie umiejętności analizy i rozwiązywania problemów z zakresu teorii liczb.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	Podstawowe pojęcia z zakresu teorii liczb oraz dotyczące ich twierdzenia z dowodami związane z symbolem Legendre'a, Jacobiego-Kroneckera, prawem wzajemności, charakterem Dirichleta oraz ciałami p-adycznymi i zasadą lokalno-globalną.	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować poznane twierdzenia z teorii liczb	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnego poszerzania wiedzy z zakresu teorii liczb	MCS_K1_K01, MCS_K1_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	75	
przygotowanie do egzaminu	15	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Symbol Legendre'a, Jacobiego-Kroneckera, prawa wzajemności. Charaktery Dirichleta. Ciała p-adyczne, rozwiązalność układów równań w ciałach p-adycznych. Zasada lokalno-globalna.	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, warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie zadań domowych, sprawdziany

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczona Algebra T



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Entropy in Dynamical Systems

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.15429.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wprowadzenie do teorii entropii Kołmogorowa-Sinaja i entropii topologicznej.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane twierdzenia (wraz z ich dowodami), definicje i przykłady dotyczące entropii ergodycznej i topologicznej w układach dynamicznych.	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować poznane podczas wykładu pojęcia, twierdzenia oraz stosować idee i techniki występujące w dowodach twierdzeń.	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	konstruowania i analizy rozumowań (dowodów i przykładów) związanych z treścią wykładu, znajdowania w nich błędów oraz wyjaśniania swojego rozumowania innym uczestnikom zajęć.	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Entropia jest najważniejszym niezmiennikiem zarówno w dynamice topologicznej, jak i teorii ergodycznej. Podczas kursu omówimy entropię w teorii ergodycznej, zaczynając od informacji i entropii Shannona. Następnie omówimy entropię i entropię względną dla procesów stacjonarnych o stanach przeliczalnych oraz entropię Kołmogorowa-Sinaja układów zachowujących miarę. Przedstawimy również twierdzenie o generatorze Kriegera, twierdzenie Shannona-McMillana-Breimana, twierdzenie o czasach powrotu Ornsteina-Weissa, twierdzenie o faktorach Sinaja oraz twierdzenie o izomorfizmie Ornsteina wraz z jak największą ilością teorii układów Bernoulliego. Zajmiemy się również entropią topologiczną i jej związkami z pojęciem entropii ergodycznej. Najpierw zdefiniujemy entropię topologiczną przy użyciu zarówno otwartych pokryć, jak i metryki Bowena. Później omówimy zasadę wariacyjną i h-ekspansywność. Dodatkową uwagę poświęcimy układom zerowymiarowym i symbolicznym.	W1, U1, K1

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 oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie przeprowadzanych na zajęciach sprawdzianów oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy obejmujące:

- Podstawy teorii miary oraz całki Lebesgue'a.
- Podstawy topologii (topologia zwartych przestrzeni metrycznych, funkcje ciągłe, przestrzenie unormowane).
- Podstawy teorii przestrzeni Hilberta (operatory rzutowania prostopadłego, bazy ortonormalne).
- Podstawy teorii ergodycznej.

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.

Introduction to Bayesian Statistics and Data Analysis

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.15443.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przedstawienie głównych koncepcji teorii statystyki bayesowskiej ze szczególnym uwzględnieniem podstaw matematycznych i aspektów zastosowaniowych oraz nabycie umiejętności ich stosowania.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybraną terminologię wnioskowania bayesowskiego i logiczne powiązania między jej elementami	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, projekt, egzamin

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Znaleźć oszacowania punktowe i przedziałowe, przetestować hipotezę, wygenerować dane wykorzystując współczesne modele i algorytmy	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, projekt, egzamin
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Wyjaśnienia idei statystyki bayesowskiej niespecjalistom, omówienia zalet i wad tego podejścia	MCS_K1_K01, MCS_K1_K04	zaliczenie na ocenę, projekt, egzamin

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	80	
przygotowanie projektu	30	
przygotowanie do egzaminu	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawy wnioskowania bayesowskiego: rozkład a priori i a posteriori, rozkłady właściwe i niewłaściwe, nieinformacyjne, rozkład Jeffreya 2. Bayesowska estymacja punktowa, oszacowanie MAP 3. Bayesowska estymacja przedziałowa, przedział ufności 4. Bayesowskie testowanie hipotez statystycznych, czynnik Bayesa 5. Bayesowska teoria decyzji 6. Metody Monte Carlo oparte na łańcuchach Markowa w statystyce bayesowskiej: rozkład stacjonarny, algorytmy Gibbsa i Metropolisa-Hastingsa, implementacja w oprogramowaniu statystycznym 7. Zastosowania: n.p. modele hierarchiczne, naiwny klasyfikator bayesowski, regresja liniowa, algorytm EM	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

ćwiczenia przedmiotowe, wykład z prezentacją multimedialną, metoda projektów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt, egzamin	pozytywna ocena projektu używającego metod Bayesowskich i egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Rozwiązywanie zadań i problemów, udział w ćwiczeniach

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczono Statystyka 1, Rachunek prawdopodobieństwa 2, zaliczono kurs obejmujący podstawową znajomość R obecność na ćwiczeniach obowiązkowa



Introduction to Ergodic Theory

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.15426.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów z problemami, metodami i twierdzeniami teorii ergodycznej.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod z teorii ergodycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane twierdzenia teorii ergodycznej, wraz z ich dowodami.	MCS_K1_W04	egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań wybranych twierdzeń z teorii ergodycznej oraz stosować poznane idee i techniki występujące w ich dowodach.	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu teorii ergodycznej	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	egzamin pisemny / ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	90	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

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, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
--------------	------------------	-------------------------------

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	zdany egzamin, na którym sprawdzana jest znajomość twierdzeń, definicji, przykładów i metod dowodowych
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	uczestnictwo w przeprowadzanym na zajęciach sprawdzianie oraz aktywność na zajęciach poprzez rozwiązywanie zadań domowych i prezentację ich rozwiązań

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczone kursy obejmujące podstawowe pojęcia teorii miary oraz całki Lebesgue'a oraz topologii; najbardziej podstawowe informacje dotyczące przestrzeni Hilberta (operatory rzutowania prostokątnego, bazy ortonormalne).

Lie Algebras and Lie Groups

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.16867.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi własnościami grup oraz algebr Liego.
C2	Zapoznanie studentów z zależnościami pomiędzy algebraami Liego a grupami Liego.
C3	Zapoznanie studentów z wybranymi zastosowaniami poznanych obiektów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane twierdzenia teorii algebr i grup Liego, wraz z ich dowodami.	MCS_K1_W04	egzamin ustny
W2	definicje i konstrukcje wybranych obiektów geometrycznych i algebraicznych z teorii algebr i grup Liego.	MCS_K1_W04	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań poznanych twierdzeń z teorii algebr i grup Liego oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U2	zauważać związki pomiędzy teorią grup Liego i teorią algebr Liego oraz łączyć techniki z tych dziedzin do rozwiązywania problemów matematycznych.	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	zadawania pytań dotyczących grup Liego i algebr Liego i szukania odpowiedzi w dostępnej literaturze.	MCS_K1_K01	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	15	
przygotowanie do egzaminu	15	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
rozwiązywanie zadań	60	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Grupy Liego: definicja, przykłady	W1
2.	Algebry Liego: podstawowe definicje i własności	W1
3.	Związek pomiędzy algebrami Liego a grupami Liego	W1, W2, U2
4.	Algebry Liego nilpotentne, rozwiązalne oraz półproste	W1

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
5.	Rozkłady algebr Liego	W1, U1, K1
6.	Klasyczne algebry i grupy Liego i ich zastosowania	W1, W2, U1, U2, K1
7.	Wybrane zastosowania teorii rozmaitości jednorodnych, symetrycznych, nilmanifolds, solvmanifolds	W1, W2, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

analiza tekstów, wykład konwencjonalny, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zaliczenie egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach, rozwiązywanie pisemne zadań (w tym domowych)

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczone kursy zawierające:

Z zakresu algebry: Znajomość iloczynu tensorowego i algebry wieloliniowej oraz podstaw teorii grup,

Z zakresu analizy: formy różniczkowe oraz podrozmaitości, z zakresu topologii: abstrakcyjne rozmaitości topologiczne,

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.



Wstęp do kryptografii matematycznej

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03431.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

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	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane twierdzenia i przykłady związane z kryptografią matematyczną wraz z ich dowodami	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	podawać przykłady zastosowań wybranych twierdzeń kryptografii matematycznej oraz stosować poznane techniki dowodowe.	MCS_K1_U01	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	wyjaśnienia znaczenia kryptografii we współczesnym społeczeństwie	MCS_K1_K04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	70	
przygotowanie do sprawdzianów	20	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

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 eliptycznych, 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

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony podstawowy kurs algebry i algebry liniowej.

Środowisko programisty
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03336.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0611 Obsługa i użytkowanie komputerów</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	W trakcie kursu student pozna podstawowe narzędzia i techniki związane z pracą informatyka związane z pracą w lini poleceń, automatyzacją zadań, debugowaniem, kontrolą wersji i prowadzeniem projektów programistycznych.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wykorzystywać podstawowe narzędzia pracy informatyka.	MCS_K1_U13	zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	komunikacji zrozumiałym językiem o narzędziach pracy informatyka.	MCS_K1_K05	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratorium	30	
przygotowanie do sprawdzianu	10	
przygotowanie do ćwiczeń	10	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>W trakcie kursu student spotka się z następującymi tematami:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. praca z powłoką Linux, 2. podstawowe operacje na drzewie katalogów, 3. obsługa procesów, 4. edycja plików, 5. pisanie skryptów powłoki, 6. wyrażenia regularne, 7. pisanie i wykorzystywanie programów strumieniowych, 8. przydatne programy wykorzystywane do automatyzacji zadań, 9. zagadnienie związane z kompilacją i dystrybucją oprogramowania, 10. pisanie skryptów Makefile, 11. kontrola wersji, 12. debugowanie programów. 	U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratorium	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie punktów, które obejmują aktywność, zadania domowe i ewentualne kolokwia. Dokładne kryteria oceniania każdorazowo ustalają osoby prowadzące moduł.



Metody probabilistyczne informatyki

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03339.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka, Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka, 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 3, Semestr 5	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z pojęciami i twierdzeniami z zakresu rachunku prawdopodobieństwa oraz wykształcenie umiejętności swobodnego posługiwania się nimi
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	klasyczne rozkłady zmiennych losowych i umie analizować ich modyfikacje.	MCS_K1_W03	egzamin ustny, zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	zasadę liniowości wartości oczekiwanej i potrafi z niej skorzystać w rozwiązywaniu zadań.	MCS_K1_W03	egzamin ustny, zaliczenie
W3	proste procesy losowe: spacery, procesy gałązkowe, łańcuchy Markowa.	MCS_K1_W03	egzamin ustny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zamodelować przestrzeń probabilistyczną dla opisanych eksperymentów losowych.	MCS_K1_U04	egzamin ustny, zaliczenie
U2	analizować symulacje zmiennych losowych w informatyce.	MCS_K1_U13	egzamin ustny, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Przestrzeń probabilistyczna, niezależność zdarzeń, prawdopodobieństwo warunkowe, zmienna losowa.</p> <p>2. Elementy teorii miary.</p> <p>3. Dyskretne rozkłady zmiennych losowych. Wartość oczekiwana i jej liniowość. Wyższe momenty zmiennych losowych, funkcje tworzące momenty.</p> <p>4. Rozkłady: dwumianowy, geometryczny, hipergeometryczny i inne.</p> <p>5. Problem kolekcjonera kuponów, efektywność algorytmu Quicksort.</p> <p>6. Metoda probabilistyczna w kombinatoryce.</p> <p>7. Nierówności koncentrujące: Markowa, Czebyszewa, Czernowa.</p> <p>8. Model problemu rzucania kul do urn. Aproksymacja Poissona.</p> <p>9. Łańcuchy Markowa: klasyfikacja stanów, rozkład stacjonarny, spacery losowe. Zastosowanie łańcuchów Markowa do analizy losowego algorytmu szukającego wartościowania spełniającego dla formuły 2-SAT (i 3-SAT).</p> <p>10. Ciągłe rozkłady zmiennych losowych. Podstawowe definicje: gęstość, dystrybuanta. Gęstość wspólna zmiennych i brzegowe gęstości.</p> <p>11. Rozkłady: jednostajny, wykładniczy, gamma, beta, normalny, Cauchy'ego i inne.</p> <p>12. Prawdopodobieństwo geometryczne. Problem igły Buffona.</p> <p>13. Proces Poissona.</p> <p>14. Centralne twierdzenie graniczne.</p> <p>15. Sprzęganie łańcuchów Markowa i szybkość mieszania łańcucha.</p> <p>16. Metoda Monte Carlo.</p>	W1, W2, W3, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Uzyskanie odpowiedniej liczby punktów za egzamin i ćwiczenia
ćwiczenia	zaliczenie	Uzyskanie odpowiedniej liczby punktów za ćwiczenia

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość zagadnień z matematyki dyskretnej oraz analizy matematycznej

Język programowania C++ Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03342.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 15 laboratorium: 15</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studenta z językiem programowania C++
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	- przeznaczenie i konstrukcje składniowe języka C++ w standardzie C++14 - techniki programowania obiektowego oraz generycznego - podstawowe funkcje biblioteki standardowej	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- wykorzystać konstrukcje składniowe odpowiednie dla problemu przy pisaniu kodu w języku C++ - wyszukiwać błędy programistyczne i optymalizować programy napisane w języku C++ - przewidywać zachowanie programów napisanych w języku C++ - korzystać z biblioteki standardowej	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
laboratorium	15	
przygotowanie do testu zaliczeniowego	30	
przygotowanie do zajęć	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Etapy kompilacji programu 2. Wyszukiwanie oraz zakresy widoczności nazw 3. Typy, referencje i czas życia obiektów 4. Konwersje - jawne, niejawne oraz zdefiniowane przez programistę 5. Wyrażenia stałe czasu kompilacji 6. Metaprogramowanie oraz szablony 7. Przeciążanie funkcji 8. Inicjalizacja wyrażeń 9. Ewaluacja wyrażeń 10. Architektura biblioteki standardowej	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena z testu końcowego, poprzedzona dopuszczeniem na podstawie obecności na laboratoriach
laboratorium	zaliczenie na ocenę	Pozytywna ocena z testu końcowego, poprzedzona dopuszczeniem na podstawie obecności na laboratoriach

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawy programowania: - podstawowe elementy oraz składnia języka C - główne funkcje ze standardowej biblioteki języka C - reprezentacja liczb w pamięci komputera - proste algorytmy wykorzystujące podstawowe struktury danych - podstawowe pojęcia złożoności obliczeniowej

Język programowania C#

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03341.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 15 laboratorium: 15</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studenta z językiem programowania C#
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe i zaawansowane elementy języka C# i sposób ich realizacji przez środowisko wykonawcze	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	programować w języku C# z wykorzystaniem podstawowych i zaawansowanych elementów języka oraz bibliotek standardowych	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	zaliczenie na ocenę, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
laboratorium	15	
rozwiązywanie zadań	30	
przygotowanie do sprawdzianu	15	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1) Elementy języka C#: typy podstawowe, klasy, struktury, interfejsy, rekordy, krotki wartościowe, delegaty, typy generyczne, metody anonimowe, iteratory, LINQ, programowanie asynchroniczne, kod nienadzorowany i inne 2) Realizacja elementów języka C# przez środowisko wykonawcze 3) Elementy bibliotek standardowych platformy .NET 4) Środowisko programistyczne Visual Studio lub Visual Studio Code i jego narzędzia	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie ćwiczeń, zaliczenie części zadaniowej, zaliczenie sprawdzianu
laboratorium	zaliczenie	Pozytywna ocena aktywności na ćwiczeniach.

Wymagania wstępne i dodatkowe

- 1) Podstawowa znajomość języków C++ i Java
- 2) Znajomość podstawowych koncepcji programowania obiektowego

Język programowania Java

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.114.03343.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 5</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 15 laboratorium: 15</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wykształcenie zaawansowanej umiejętności programowania w języku Java.
C2	Wykształcenie umiejętności tworzenia zaawansowanych aplikacji.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	przeznaczenie i konstrukcje składniowe języka Java	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, projekt

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	techniki programowania obiektowego i generycznego	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, projekt
W3	wbudowane mechanizmy wielowątkowości w języku Java	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, projekt
W4	wbudowane mechanizmy serializacji w języku Java	MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, projekt
W5	działanie maszyny wirtualnej Javy	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	zaliczenie na ocenę, projekt
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wykorzystywać konstrukcje składniowe odpowiednie dla problemu przy pisaniu kodu w języku Java	MCS_K1_U11	zaliczenie na ocenę, projekt
U2	wyszukiwać i diagnozować błędy programistyczne	MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę, projekt
U3	optymalizować programy napisane w języku Java	MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę, projekt
U4	przewidywać zachowanie programów napisanych w języku Java	MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę, projekt
U5	korzystać z zaawansowanych funkcji biblioteki standardowej dla języka Java	MCS_K1_U11	zaliczenie na ocenę, projekt
U6	tworzyć oprogramowanie zgodne z ogólnie przyjętymi wzorcami projektowymi	MCS_K1_U11	zaliczenie na ocenę, projekt
U7	optymalizować wytwarzane oprogramowanie pod kątem zużycia zasobów maszyny wirtualnej	MCS_K1_U11	zaliczenie na ocenę, projekt
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	precyzyjnego formułowania pytań w celu pogłębienia lub uzupełnienia własnego zrozumienia danego tematu	MCS_K1_K06	zaliczenie na ocenę, projekt

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
laboratorium	15	
przygotowanie do zajęć	36	
przygotowanie projektu	24	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wbudowane mechanizmy serializacji	W1, W2, W4, W5, U1, U2, U4, U5, U7, K1
2.	Wielowątkowość na poziomie języka oraz w bibliotece standardowej języka	W1, W2, W3, W5, U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, K1
3.	Realizacja typów generycznych na poziomie składni języka oraz maszyny wirtualnej Javy	W1, W2, W5, U1, U2, U3, U4, U7, K1
4.	Elementy składni języka Java takie jak wyrażenia lambda i strumienie	W1, W2, W3, W5, U1, U2, U3, U4, U5, U7, K1
5.	Zaawansowane wykorzystanie adnotacji do dynamicznej analizy/rozszerzania kodu - znajomość etapów kompilacji pośredniej i Checker Frameworka	W1, W2, W5, U1, U2, U3, U4, U5, U7, K1
6.	Podstawowe wzorce projektowe i ich przykładowe implementacje w języku Java	W1, W2, W3, W5, U1, U2, U3, U4, U6, U7, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę, projekt	Ocena z przedmiotu zależy od liczby punktów przyznanych za prawidłową realizację zadań programistycznych oraz ukończenie końcowego projektu.
laboratorium	zaliczenie na ocenę, projekt	Ocena z przedmiotu jest przyznawana na podstawie punktów uzyskanych za poprawną implementację zadań oraz realizację końcowego projektu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie przedmiotu Programowanie Obiektowe

Algorytmy numeryczne

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03349.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy z zakresu algorytmów numerycznych, ze szczególnym naciskiem położonym na algorytmy stosowane praktycznie i sprawdzone eksperymentalnie, a także na analizę algorytmów pod kątem stabilności numerycznej
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wymienione w "Treściach programowych" zagadnienia dotyczące arytmetyki komputerowej, błędów obliczeń, uwarunkowania i stabilności numerycznej algorytmów	MCS_K1_W08	egzamin pisemny, zaliczenie
W2	wymienione w "Treściach programowych" zagadnienia z zakresu algebry i analizy numerycznej, w tym metody rozwiązywania problemów numerycznych	MCS_K1_W09, MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin pisemny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	rozwiązywać wymienione w "Treściach programowych" problemy numeryczne, oraz efektywnie implementować wybrane algorytmy	MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	egzamin pisemny, zaliczenie
U2	dowodzić poprawności i stabilności numerycznej algorytmów, dobierać odpowiednie algorytmy do rozwiązania problemów numerycznych	MCS_K1_U12	egzamin pisemny, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
laboratorium	30	
przygotowanie do ćwiczeń	42	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	30	
przygotowanie do egzaminu	48	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Arytmetyka zmiennoprzecinkowa, błędy obliczeń i zaokrągleń, uwarunkowanie zadania i stabilność numeryczna algorytmów	W1, U2
2.	Metody numeryczne w algebrze: <ul style="list-style-type: none"> • układy równań liniowych, eliminacja Gaussa, rozkład LU macierzy • ortonormalizacja, rozkład QR macierzy • wektory i wartości własne • wartości szczególne i rozkład SVD 	W2, U1, U2

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
3.	<p>Analiza numeryczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • metody rozwiązywania równań nieliniowych, metody iteracyjne dla układów równań • optymalizacja nieograniczona: punkty krytyczne, metody gradientowe • optymalizacja z ograniczeniami: programowanie liniowe, mnożniki Lagrange'a, warunki KKT • interpolacja (w tym wielomianowa i funkcjami sklejanymi) • różniczkowanie i całkowanie numeryczne • podstawy równań różniczkowych: metody analityczne i numeryczne • transformata Fouriera i pokrewne przekształcenia 	W2, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań, metody e-learningowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	Uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu oraz ćwiczeń
laboratorium	zaliczenie	Zdobycie pozytywnej oceny z zadań programistycznych i zadań domowych

Programowanie współbieżne
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03352.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z metodami zrównoleglania obliczeń.
C2	Nabycie elementarnych umiejętności projektowania i analizy algorytmów równoległych dla wybranych problemów i modeli równoległości.
C3	Opanowanie podstaw programowania równoległego w środowisku karty graficznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	techniki algorytmiczne stosowane w programowaniu współbieżnym	MCS_K1_W09, MCS_K1_W11	egzamin pisemny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	projektować i analizować algorytmy równoległe dla wybranych problemów i modeli równoległości	MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
U2	potrafi programować równoległe w środowisku karty graficznej	MCS_K1_U11	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
laboratorium	30	
przygotowanie projektu	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Podstawowe pojęcia programowania współbieżnego. 2. Algorytmy wielowątkowe "fork-join". 3. Model PRAM: budowa, parametry złożoności; podstawowe techniki: podwajanie, równoległy prefiks, ścieżka Eulera. 4. Wybrane algorytmy w modelu PRAM - domknięcie przechodnie, najkrótsze ścieżki, BFS, spójne składowe. 5. Podstawy programowania w systemie CUDA. 6. Wątki w języku C++. 7. Środowisko OpenMP. 8. Środowisko MPI. 9. Wybrane algorytmy równoległe (sumy prefiksowe, sortowanie, problemy grafowe, operacje na macierzach) w różnych modelach obliczeń współbieżnych.	W1, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, 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 ważoną oceny z laboratorium oraz egzaminu.
laboratorium	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie laboratorium na podstawie programów zaliczeniowych oraz projektu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursu Algorytmy i struktury danych 1.



Kombinatoryka struktur porządkowych

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.13C.03350.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka, Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 3, Semestr 4, Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
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.	MCS_K1_W04, MCS_K1_W05	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	etykietowania Schnydera triangulacji, 3-orientacje triangulacji, 2-orientacje kwadrangulacji oraz inne bijektywnie powiązane struktury na maksymalnych grafach planarnych. Zna i rozumie Twierdzenie Schnydera i twierdzenia powiązane.	MCS_K1_W04, MCS_K1_W05	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
W3	możliwości algorytmów on-line: co jest możliwe w modelu podawania wejścia on-line i co nie jest tam możliwe. Student zna algorytmy on-line dla kilku klasycznych problemów na grafach i posetach wraz z analizą ich efektywności.	MCS_K1_W09	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
W4	w jaki sposób pojawiają się zbiory częściowo uporządkowane w rozważaniach geometrycznych.	MCS_K1_W03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaprojektować algorytm on-line kolorujący (lub rozwiązujący inne kombinatoryczne zadanie) wierzchołki grafu, posetu czy zbliżonej struktury. Potrafi oszacować efektywność skonstruowanego algorytmu podając ograniczenie dolne (strategi dla Psuja) i ograniczenie górne (najczęściej utrzymując pewne niezmienniki podczas działania algorytmu).	MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U2	powiązać pojęcie wymiaru częściowego porządku z innymi parametrami opisującymi złożoność kombinatoryczną i algorymiczną częściowych porządków.	MCS_K1_U02, MCS_K1_U03, MCS_K1_U13	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1-2. Trzy definicje wymiaru posetów. Przykłady posetów o dużym wymiarze: * standardowe przykłady, * posety incydencji, * posety sąsiedztwa, * porządki przedziałowe. Charakteryzacja porządków przedziałowych jako $(2+2)$-free. $\dim \leq \text{width}$.</p> <p>3-4. Twierdzenie Schnydera, etykietowania Schnydera Twierdzenie Brightwella-Trottera i dowód Felsnera,</p> <p>5. Ograniczenie wymiaru dla posetów z zewnątrznie planarnym grafem pokryć. Przykłady Kelly'ego. Wypowiedzi twierdzeń ograniczających wymiar posetów "planarnych" w terminach wysokości. Wprowadzenie do uogólnionych liczb kolorujących.</p> <p>6. Uogólnione liczby kolorujące. Dwa przykłady ich zastosowań: * "exact-distance colorings", * wymiar posetów.</p> <p>7. Wielomianowe ograniczenie na wymiar posetów o planarnych grafach pokryć w terminach ich wysokości (i wielkości największego standardowego przykładu). Lemat wykorzystujący liczby kolorujące.</p> <p>8. Wymiar Boolowski</p> <p>9-11. Algorytmy on-line. First-Fit. Column construction method.</p> <p>12 . Rozmiar największego podposetu dwudzielnego z pełną lub pustą relacją na podstawie: J. Fox, A Bipartite Analogue of Dilworth's Theorem [pdf]</p> <p>13. Grafy przecięć i rozłączności geometrycznych obiektów na płaszczyźnie Przegląd o chi-ograniczonych klasach grafów: A. Scott, P. Seymour, 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</p> <p>14. Grafy rozłączności rodzin krzywych na podstawie J. Pach, I. Tomon, On the chromatic number of disjointness graphs of curves.</p>	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
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 na ocenę	Uzyskanie odpowiedniej liczby punktów za ćwiczenia

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursu --Matematyka dyskretna--.



Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 4

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.18.18299.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 4	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 3.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu dalszego rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów matematyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W04	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMil oraz poza WMil (wyjazdy, konferencje, wymiana studencka)	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin matematyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	70	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, wyjazdy zagraniczne, konferencje), pogłębienie wiedzy z wybranego działu matematyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju



Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 4

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.18.18300.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 4	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie	Liczba punktów ECTS 3.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu dalszego rozwoju naukowego, wybór przedmiotów do realizacji na studiach I stopnia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	konieczność poszerzania wiedzy z różnych działów informatyki przy jednoczesnej specjalizacji w wybranej dziedzinie	MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	zaplanować dalszy rozwój naukowy, poszukać i skorzystać z oferty dydaktycznej i naukowej w WMiI oraz poza WMiI (wyjazdy, konferencje, wymiana studencka)	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	nawiązywania kontaktów ze specjalistami różnych dziedzin informatyki	MCS_K1_K01	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	70	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Omówienie oferty dydaktycznej (w tym: wykłady do wyboru, seminaria, wyjazdy zagraniczne, konferencje), pogłębienie wiedzy z wybranego działu informatyki	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym oraz pozytywna ocena przygotowanego planu rozwoju

Topologia 1 „T”
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.18308.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami z topologii.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych narzędzi topologicznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane pojęcia topologii, w tym pojęcia zbieżności, ciągłości, spójności i zwartości.	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	dowodzić i zastosować wybrane twierdzenia z topologii	MCS_K1_U01, MCS_K1_U03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	stosowania metod topologicznych	MCS_K1_K02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Topologia: zbiory otwarte i domknięte, pokrycia. 2. Zbieżność. 3. Ciągłość i operacje na przestrzeniach topologicznych. 4. Spójność. 5. Aksjomaty oddzielania. 6. Zwartość.	W1, U1, K1

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



Analiza matematyczna 4 „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.18310.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 4, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 12.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 60 ćwiczenia: 60	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi zagadnieniami z analizy matematycznej.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod analizy matematycznej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	wybrane zaawansowane twierdzenia dotyczące geometrii form zewnętrznych, teorii miary i całki na podzaimościach R^m oraz twierdzenia Stokesa, wraz z ich dowodami	MCS_K1_W06	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	stosować wiedzę z zaawansowanej analizy matematycznej i wykonywać wszelkie obliczenia w tym zakresie.	MCS_K1_U07	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	poznawania licznych zastosowań tego przedmiotu w ramach dalszego kształcenia.	MCS_K1_K01, MCS_K1_K04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	60	
ćwiczenia	60	
przygotowanie do ćwiczeń	90	
przygotowanie do egzaminu	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 300	ECTS 12.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Geometria potęg zewnętrznych, nierówność Hadamarda. Formy różniczkowe na podzaimościach R^m , Twierdzenie Poincarégo, całkowanie 1-form. Miara i całka w przestrzeni R^m . Transformacje miar Lebesgue'a i Hausdorffa, Twierdzenie Fubinięgo oraz twierdzenie o podstawianiu. Równość miary Hausdorffa i Lebesgue'a w R^m . Podzaimości orientowalne, teoria miary i całki na podzaimościach R^m . Twierdzenie Stokesa, jego szczególne wersje. Transformacja Fouriera.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z egzaminu poprzedzona uzyskaniem z ćwiczeń oceny różnej od NZAL
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	aktywność na zajęciach związana z rozwiązywaniem zadań domowych, pozytywne wyniki sprawdzianów pisemnych

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Analiza matematyczna 3 lub Analiza matematyczna 3 "T"



Rachunek prawdopodobieństwa „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.18311.26</p> <p>Języki wykładowe polski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0542 Statystyka</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 60 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 8.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Prezentacja rachunku prawdopodobieństwa jako teorii aksjomatycznej ze szczególnym naciskiem na wyrobienie podstawowych intuicji probabilistycznych.
C2	Szczegółowe przedstawienie wybranych pojęć i twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa ze szczególnym uwzględnieniem twierdzeń granicznych (prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne).
C3	Prezentowanie związków rachunku prawdopodobieństwa z innymi działami matematyki.
C4	Zapoznanie słuchaczy z podstawami statystyki matematycznej.
C5	Zapoznanie słuchaczy z elementami historii probabilistyki i niektórymi zastosowaniami rachunku prawdopodobieństwa.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane definicje i twierdzenia probabilistyczne.	MCS_K1_W03, MCS_K1_W04	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	rozwiązywać zadania i problemy probabilistyczne.	MCS_K1_U01	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	identyfikowania problemów o charakterze probabilistycznym w życiu codziennym i ich rozwiązywania.	MCS_K1_K04	egzamin pisemny, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	60	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do zajęć	60	
przygotowanie do egzaminu	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 240	ECTS 8.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Historia rachunku prawdopodobieństwa. Przestrzeń probabilistyczna. Warunkowanie i niezależność. Rozkłady i zmienne losowe. Katalog rozkładów. Charakterystyki liczbowe zmiennych i rozkładów. Prawo wielkich liczb. Zbieżności zmiennych losowych. Funkcje charakterystyczne. Centralne twierdzenie graniczne. Wartość oczekiwana warunkowa i martyngały. Elementy statystyki matematycznej.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny, egzamin ustny, zaliczenie	Egzamin - składa się z dwóch części A i B. Część A. Każdy student może zgromadzić w ciągu semestru 100 p., które będą stanowiły wynik pierwszej części egzaminu. Składają się na to: aktywność na ćwiczeniach - (50 p.) oraz sprawdzian pisemny - (cztery zadania tekstowe) (50 p.); do pozytywnego zaliczenia tej części egzaminu wystarczy uzyskanie 35 p. Otrzymane punkty składają się na ocenę wyjściową, która może jednak ulec zmianie w toku drugiej części egzaminu (B). Część B. Druga część egzaminu, to egzamin ustny obejmujący cały materiał teoretyczny przedstawiony na wykładzie. Decyduje on o końcowej ocenie z egzaminu. Wyznaczone będą dwa terminy tego egzaminu: po jednym w sesji letniej i w letniej sesji poprawkowej. Egzamin poprawkowy jest wyłącznie egzaminem ustnym.
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie ćwiczeń następuje w oparciu o obecność i aktywność na zajęciach. Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.

Wymagania wstępne i dodatkowe

ZALICZONE: Miara i całka "T".

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.



Równania różniczkowe cząstkowe „T”

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.18315.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Matematyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 4, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zagadnieniami z równań różniczkowych cząstkowych.
C2	Nabywanie umiejętności stosowania wybranych metod z teorii równań różniczkowych cząstkowych

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wybrane zagadnienia związane z równaniami różniczkowymi cząstkowymi	MCS_K1_W04	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wykorzystać wybrane metody z teorii równań różniczkowych cząstkowych	MCS_K1_U01	zaliczenie na ocenę, egzamin pisemny / ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	krytycznej oceny posiadanej wiedzy z zakresu równań różniczkowych cząstkowych	MCS_K1_K02, MCS_K1_K03	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	89	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 179	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Twierdzenie Kowalewskiej; metoda charakterystyk dla równań pierwszego rzędu; klasyfikacja równań liniowych rzędu drugiego; podstawy metody rozdzielania zmiennych (jedynie przypadek szeregów Fouriera); podstawy transformaty Fouriera i jej zastosowanie do równania dyfuzji; elementy teorii dystrybucji, rozwiązanie podstawowe; wyprowadzenie podstawowych równań fizyki matematycznej (Boltzmann, falowego, dyfuzji, Poissona); metody energetyczne m.in. na przykładzie zasady Dirichleta; podstawowe własności równań Poissona, dyfuzji, falowego. Przestrzenie Sobolewa i słabe rozwiązania zagadnień dla równań różniczkowych cząstkowych.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny / ustny	ocena z ćwiczeń i pozytywna ocena z egzaminu

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	pozytywnie oceniona aktywność na zajęciach, pozytywne wyniki ze sprawdzianów

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs zawierający podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych

Programowanie obiektowe
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.03337.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 45 laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 7.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Nauczenie studenta programowania obiektowego
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	paradygmaty programowania obiektowego i co najmniej dwa języki programowania zorientowane obiektowo.	MCS_K1_W07	zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	posługiwać się paroma obiektowymi językami programowania i narzędziami służącymi do wersjonowania, budowania i testowania programów w tych językach.	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	samodzielnej i zespołowej pracy nad wytwarzaniem oprogramowania przy użyciu obiektowych języków programowania.	MCS_K1_K05, MCS_K1_K06	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	45	
laboratorium	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60	
przygotowanie projektu	60	
przygotowanie do sprawdzianu	15	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 210	ECTS 7.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Techniki programowania obiektowego na przykładzie Java i C++: 1. kapsułkowanie i ukrywanie informacji, klasy i podklasy, dziedziczenie, interfejsy, polimorfizm, hierarchie klas (Java, C++) 2. typy ogólne (Java), szablony (C++) 3. kontenery i iteratory (Java, C++) 4. wyjątki (Java, C++) 5. refleksja (Java) i RTTI(C++) 6. wątki (Java) 7. wejście/wyjście (Java, C++) 8. odśmiecanie (Java) 9. GUI (Java)	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, metody e-learningowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie na ocenę	Ocena z wykładu jest tożsama z oceną z laboratoriów
laboratorium	zaliczenie na ocenę	Na ocenę składają się wyniki z kolokwiów, ocena przesyłanych przez studentów online rozwiązań zadań programistycznych i ocena mini-projektu tworzonego w ramach kursu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczony wykład Podstawy Programowania.



Algorytmy i struktury danych 2

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.03345.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami dla tekstów.
C2	Opanowanie podstaw geometrii obliczeniowej.
C3	Zapoznanie z najważniejszymi algorytmami liczbowymi.
C4	Przekazanie podstawowej wiedzy o problemach trudnych obliczeniowo.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	standardowe algorytmy i struktury danych stosowane w rozwiązaniach problemów algorytmicznych w geometrii obliczeniowej, przetwarzaniu tekstów, zagadnieniach teoriolicebnych	MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin ustny, zaliczenie
W2	znaczenie pojęcia obliczeniowej trudności, zna definicję klasy NP i problemu NP-zupełnego, identyfikuje przykładowe problemy NP-zupełne, zna wybrane algorytmy aproksymacyjne	MCS_K1_W09, MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin ustny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	modelować problemy przedstawione w języku naturalnym posługując się językiem matematyki i zaawansowanymi koncepcjami algorytmicznymi	MCS_K1_U13	egzamin ustny, zaliczenie
U2	zaproponować rozwiązanie dla typowego problemu algorytmicznego w omawianych dziedzinach oraz ustnie i pisemnie przedstawić jego rozwiązanie	MCS_K1_U01, MCS_K1_U04	egzamin ustny, zaliczenie
U3	projektować i implementować algorytmy wykorzystując podstawowe i wybrane zaawansowane techniki algorytmiczne	MCS_K1_U11, MCS_K1_U13	zaliczenie
U4	testować swój program, szukać w nim błędów i optymalizować go	MCS_K1_U12	zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu lub uzupełnieniu własnego zrozumienia danego tematu	MCS_K1_K02	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
laboratorium	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	60	
przygotowanie do zajęć	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Wyszukiwanie wzorca w tekście: prefikso-sufiksy, metoda KMP, automat Aho-Corasic, algorytm Karpa-Rabina, algorytm Karpa-Millera-Rosenberga.</p> <p>2. Tablice sufiksowe: algorytmy konstrukcji, tablica wspólnych prefiksów i optymalny algorytm wyszukiwania, drzewa sufiksowe.</p> <p>3. Podstawowe techniki geometrii obliczeniowej: wyznacznik wektorów, sortowanie bieżunowe, zmiatanie, algorytmy wypukłej otoczki, znajdowanie przecięć odcinków.</p> <p>4. Dalsze algorytmy geometryczne: przynależność punktu do wielokąta, reprezentacja podziału płaszczyzny, lokalizacja punktu na płaszczyźnie metodą warstw, kd-drzewa.</p> <p>5. Programowanie liniowe, metoda sympleks, dualność.</p> <p>6. Problemy liczbowe: algorytm Euklidesa, arytmetyka modularna, logarytm dyskretny, algorytm RSA.</p> <p>7. Liczby pierwsze, algorytm Millera-Rabina.</p> <p>8. Szybkie przekształcenie Fouriera.</p> <p>9. Trudność obliczeniowa: klasa NP, problemy NP-zupełne, przykłady dowodów NP-zupełności, algorytmy aproksymacyjne.</p>	W1, W2, U1, U2, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Pozytywna ocena z egzaminu. Dopuszczenie do egzaminu pod warunkiem pozytywnej oceny z laboratorium.
laboratorium	zaliczenie	Zaliczenie laboratorium na podstawie programów zaliczeniowych, zadań domowych oraz kolokwiiów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursów Algorytmy i struktury danych 1, Matematyka dyskretna

Modele obliczeń

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.03346.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest nauczenie studenta operowania modelami obliczeń
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	język formalny i zna podstawowe fakty dotyczące języków formalnych,	MCS_K1_W08, MCS_K1_W09	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	podstawowe narzędzia: minimalizację automatów skończonych, wzajemne symulacje równoważnych modeli, lemata o pompowaniu, metodę przekątniową	MCS_K1_W08, MCS_K1_W09	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zdefiniować model opisujący język formalny i umieścić klasę języków opisywanych przez zdefiniowany model w hierarchii języków	MCS_K1_U01, MCS_K1_U06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
U2	dobrać odpowiedni model do rozwiązywanego problemu	MCS_K1_U01, MCS_K1_U06	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
U3	konstruować automatyki skończone, gramatyki bezkontekstowe oraz maszyny Turinga	MCS_K1_U01	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	dowodzenia twierdzeń w teorii obliczalności.	MCS_K1_K02	egzamin pisemny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności 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	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1. Języki formalne i ich własności. 2. automaty skończone i wyrażenia regularne. 3. Lemat o pompowaniu i twierdzenie Myhill-Nerode'a. 4. Minimalizacja automatów skończonych. 5. Własności języków regularnych; problemy i algorytmy. 6. Gramatyki i języki bezkontekstowe; automaty ze stosem. 7. Lemat o pompowaniu dla języków bezkontekstowych i własności języków bezkontekstowych. 8. Deterministyczne automaty ze stosem. 9. Maszyny Turinga; języki rekurencyjne i rekurencyjnie przeliczalne. 10. Uniwersalna maszyna Turinga; problem stopu i problemy nierozstrzygalne, twierdzenie Rice'a. 11. Podstawy złożoności obliczeniowej; P, NP, coNP, PSPACE.	W1, W2, U1, U2, U3, 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 pozytywnej oceny z ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	rozwiązywanie zadań przy tablicy, zaliczenie dwóch kolokwii

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursu Elementy logiki i teorii mnogości "T"

Inżynieria oprogramowania

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.01923.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 4, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć laboratorium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Nauczenie studenta, szeroko pojętej, inżynierii oprogramowania
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	proces wytwarzania oprogramowania oraz narzędzia i środowiska do jego projektowania, testowania, wersjonowania i utrzymywania	MCS_K1_W07	zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	przygotować, zaprojektować i wykonać prosty system informatyczny z wykorzystaniem właściwych metod i narzędzi, samodzielnie i w zespole	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę
U2	projektować oprogramowanie zgodnie z metodyką obiektową, z wykorzystaniem narzędzi modelowania obiektowego i wzorców projektowych	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	pracy w zespole, zadawania pytań, podejmowania dyskusji oraz krytycznej oceny stwierdzeń i opinii	MCS_K1_K06	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratorium	30	
przygotowanie projektu	70	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100	ECTS 4.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	1) Proces wytwarzania oprogramowania 2) Analiza wymagań, modelowanie obiektowe i język UML 3) Zasady i wzorce obiektowego projektowania oprogramowania 4) Projektowanie architektury oprogramowania 5) Testowanie oprogramowania 6) Refaktoryzacja oprogramowania i TDD 7) Wersjonowanie i ciągła integracja oprogramowania	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratorium	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie projektu. Ocenia się zaangażowanie w projekt, wiedzę, aktywność itp.

Wymagania wstępne i dodatkowe

- 1) Umiejętność programowania w języku Java
- 2) Umiejętność pracy w środowisku programistycznym
- 3) Znajomość podstawowych koncepcji programowania obiektowego



Algorytmy algebry i teorii liczb

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.128.03348.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okresy Semestr 4, Semestr 6	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 6.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy i nabycie umiejętności z zakresu algorytmów związanych z teorią liczb i algebrą, przede wszystkim w odniesieniu do kryptografii jako ich głównego zastosowania.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	wymienione w "Treściach programowych" podstawowe pojęcia z zakresu algebry i teorii liczb, przydatne w pracy informatyka	MCS_K1_W04	egzamin ustny, zaliczenie

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	wymienione w "Treściach programowych" algorytmy (w szczególności algorytmy kryptograficzne)	MCS_K1_W11	egzamin ustny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	przeprowadzić dowody poprawności wybranych twierdzeń podanych w "Treściach programowych", w szczególności dowody poprawności i analizę złożoności algorytmów z dziedziny algebry i teorii liczb	MCS_K1_U12	egzamin ustny, zaliczenie
U2	zaimplementować podstawowe algorytmy algebry i teorii liczb (w tym algorytmy kryptograficzne) w sposób efektywny, uwzględniając zagadnienia bezpieczeństwa komunikacji	MCS_K1_U11, MCS_K1_U12	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
rozwiązywanie zadań problemowych	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 180	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Liczby całkowite: zapis komputerowy, podstawowe algorytmy arytmetyki (mnożenie, dzielenie z resztą, obliczanie największego wspólnego dzielnika) i ich złożoność	W1, W2, U1, U2
2.	Konstrukcje algebraiczne: grupy przemienne, pierścienie i ciała, grupy nieprzemienne (permutacje), wielomiany i ciała skończone (w tym operacje arytmetyczne), arytmetyka krzywych eliptycznych	W1, W2, U1, U2
3.	Podstawy kryptografii: algorytmy symetryczne, kryptografia z kluczem publicznym, algorytm RSA, protokół Diffiego-Hellmana, algorytm ElGamal	W1, W2, U1, U2
4.	Liczby pierwsze i faktoryzacja: test probabilistyczny Millera-Rabina, szkic testu deterministycznego AKS, algorytm "rho" Pollarda, sito kwadratowe, sito nad ciałem liczbowym	W1, W2, U1, U2

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
5.	Problem pierwiastka dyskretnego i problem logarytmu dyskretnego na liczbach całkowitych i w grupach przemiennych (algorytm Tonellego-Shanksa, metoda baby-step-giant-step, algorytm Pohliga-Hellmana, rachunek indeksów)	W1, W2, U1, U2
6.	Podstawy obliczeń kwantowych, algorytm Shora	W1, W2, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

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

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Pozytywna ocena z egzaminu oraz ćwiczeń
ćwiczenia	zaliczenie	Zaliczenie ćwiczeń na podstawie programów zaliczeniowych i zadań domowych

Tutorial indywidualny z zakresu matematyki 5

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.130.18301.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Matematyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0541 Matematyka</p>
---	---

<p>Okresy Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu rozwoju naukowego, napisanie - samodzielna edycja - prostej pracy matematycznej
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	metody analizowania tekstów matematycznych, ich redagowania oraz prezentowania	MCS_K1_W04	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	przygotować i wygłosić referat oraz zredagować tekst naukowy	MCS_K1_U14, MCS_K1_U15	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	prezentacji znanych lub nowych wyników i dyskusji nad nimi	MCS_K1_K01, MCS_K1_K05	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	50	
przygotowanie prac pisemnych	60	
przygotowanie referatu	40	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 155	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Przygotowanie i zredagowanie pracy pisemnej z wybranego działu matematyki oraz wygłoszenie referatu.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym, przygotowanie pracy pisemnej

Tutorial indywidualny z zakresu informatyki 5

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.130.18302.26</p> <p>Języki wykładowe angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

<p>Okresy Semestr 5, Semestr 6</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć konwersatorium: 5</p>	<p>Liczba punktów ECTS 6.0</p>
---	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Opracowanie planu rozwoju naukowego, napisanie - samodzielna edycja - prostej pracy informatycznej
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	metody analizowania tekstów informatycznych, ich redagowania oraz prezentowania	MCS_K1_W04	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	przygotować i wygłosić referat oraz zredagować tekst naukowy	MCS_K1_U14	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	prezentacji znanych lub nowych wyników i dyskusji nad nimi	MCS_K1_K01, MCS_K1_K05	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
konwersatorium	5	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	50	
przygotowanie prac pisemnych	60	
przygotowanie referatu	40	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 155	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Przygotowanie i zredagowanie pracy pisemnej z wybranego działu informatyki oraz wygłoszenie referatu.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
konwersatorium	zaliczenie	regularne spotkania z prowadzącym, przygotowanie pracy pisemnej



Język programowania Python

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track	Cykl kształcenia 2026/27
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.110.03344.26
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki	Języki wykładowe polski, angielski
Poziom kształcenia pierwszego stopnia	Dyscypliny Informatyka
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 5	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 3.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 15 laboratorium: 15	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	W trakcie kursu student pozna podstawowe techniki programowania w języku Python.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe elementy i struktury danych Języka Python.	MCS_K1_W07, MCS_K1_W08	prezentacja, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
U1	potrafi implementować aplikacje i programy w języku Python.	MCS_K1_U11	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
laboratorium	15	
przygotowanie projektu	15	
samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	45	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>W trakcie kursu student spotka się z następującymi tematami:</p> <ul style="list-style-type: none"> - podstawowa składnia języka, - podstawowe struktury danych, - system klas, - deskryproty, - dekoratory, - organizacja kodu w modułach, - błędy i wyjątki, - wybrane elementy bibliotek standardowej, - wybrane biblioteki programistyczne. 	W1, U1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, metody e-learningowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	zaliczenie	Warunkiem pozytywnego zaliczenia jest otrzymanie pozytywnej oceny z ćwiczeń oraz zgromadzenie minimalnej liczby punktów. Dokładne kryteria oceniania każdorazowo ustalają osoby prowadzące moduł.
laboratorium	prezentacja, zaliczenie	Zaliczenie na podstawie punktów, które obejmują aktywność, zadania domowe i prezentacje. Dokładne kryteria oceniania każdorazowo ustalają osoby prowadzące moduł.

Wymagania wstępne i dodatkowe

zaliczony kurs Programowania Obiektowego

Analiza algorytmów

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Mathematics and Computer Science Advanced Track</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki i Informatyki</p> <p>Poziom kształcenia pierwszego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2026/27</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WMIMCSS.110.03358.26</p> <p>Języki wykładowe polski, angielski</p> <p>Dyscypliny Informatyka</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0613 Tworzenie i analiza oprogramowania i aplikacji</p>
---	--

Okres Semestr 5	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Forma prowadzenia i godziny zajęć wykład: 30 ćwiczenia: 30</p>	Liczba punktów ECTS 6.0
---------------------------	---	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zaawansowanymi metodami analizy algorytmów na wybranych przykładach algorytmów sortowania i wyszukiwania.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe metody analizy probabilistycznej algorytmów i potrafi je zastosować w wybranych obszarach algorytmiki	MCS_K1_W09	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W2	metodę analizy amortyzowanej i umie ją wykorzystać do analizy ciągu operacji na strukturze danych	MCS_K1_W09	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
W3	wybrane zaawansowane algorytmy i struktury danych dla problemów związanych z porządkowaniem i wyszukiwaniem i potrafi wykonać analizę ich złożoności	MCS_K1_W09, MCS_K1_W10, MCS_K1_W11	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wykorzystać analizę algorytmów do oceniania możliwości efektywnego rozwiązania zadane go problemu i do szacowania skuteczności danego rozwiązania	MCS_K1_U12, MCS_K1_U13	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	formułowania pytań służących analizie zadane go problemu algorytmicznego	MCS_K1_K02, MCS_K1_K05, MCS_K1_K06	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	60	
przygotowanie do egzaminu	40	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 160	ECTS 6.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>1. Równania rekurencyjne w analizie algorytmów. Twierdzenie o rekurencji uniwersalnej, warianty.</p> <p>2. Elementy rachunku prawdopodobieństwa: zmienne losowe wskaźnikowe, problem sekretarki, generowanie losowych permutacji.</p> <p>3. Technika funkcji tworzących w analizie przypadku średniego, przykład: analiza problemu sekretarki.</p> <p>4. Analiza algorytmu Quicksort: wartość oczekiwana liczby porównań i wariancja.</p> <p>5. Dolne ograniczenia na złożoność sortowania, algorytm Forda-Johnsona i problem minimalnej liczby porównań.</p> <p>6. Analiza probabilistyczna drzewowych realizacji słownika - drzewa poszukiwań binarnych i kopcodrzewa.</p> <p>7. Analiza amortyzowana na przykładzie drzew rozchylanych i problemu statycznego słownika.</p> <p>8. Problem Find-Union, analiza z wykorzystaniem logarytmu iterowanego.</p> <p>9. Wyszukiwanie interpolacyjne, metoda kwadratowa i jej złożoność.</p> <p>10. Haszowanie: analiza haszowania otwartego, uniwersalne rodziny funkcji haszujących, haszowanie doskonałe.</p> <p>11. Wybrane algorytmy online: kolorowanie grafu, maksymalne skojarzenia w grafie dwudzielnym.</p> <p>12. Kolejki priorytetowe i kopce złączalne, efektywne realizacje.</p>	W1, W2, W3, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania :

wykład konwencjonalny, dyskusja, rozwiązywanie zadań, 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 ważoną ocen z ćwiczeń oraz egzaminu.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na podstawie zadań domowych i kolokwiów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Zaliczenie kursów Algorytmy i struktury danych 2, Matematyka dyskretna, Metody probabilistyczne informatyki.