



Program studiów

Wydział:	Wydział Matematyki
Kierunek studiów:	matematyka
Poziom kształcenia:	studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier)
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Cykl kształcenia:	2026/2027

Spis treści

Charakterystyka kierunku studiów	3
Efekty uczenia się	6
Szczegółowe informacje dotyczące punktów ECTS	8
Organizacja studiów	9
Plan studiów	11
Sylabusy	25

Charakterystyka kierunku studiów

Informacje podstawowe

Wydział:	Wydział Matematyki
Kierunek studiów:	matematyka
Poziom kształcenia:	studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier)
Forma studiów:	studia stacjonarne
Profil studiów:	profil ogólnoakademicki
Język prowadzenia studiów:	polski
Obowiązuje od cyklu kształcenia:	2026/2027
Liczba semestrów:	3
Całkowita liczba godzin zajęć:	kierunkowe: 510 algorytmy i sztuczna inteligencja: 600 matematyka teoretyczna: 600
Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:	90
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier

Dziedziny nauki i dyscypliny naukowe

Dziedziny nauki, do których przyporządkowany jest kierunek studiów:

Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych

Dyscypliny naukowe, do których przyporządkowany jest kierunek studiów:

Dyscyplina	Udział procentowy
matematyka	100%

Dyscyplina wiodąca: matematyka

Opis kierunku, sylwetka absolwenta i możliwości kontynuacji studiów

Matematyka – studia II stopnia – to kierunek, który zaprasza do pogłębienia wiedzy matematycznej, która ma ogromny wpływ na rozwój nowych technologii i jest podstawą do prowadzenia zaawansowanych badań. W ramach tego kierunku istnieje możliwość wyboru jednej z dwóch specjalności: algorytmy i sztuczna inteligencja oraz matematyka teoretyczna.

Absolwent posiada pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki i jej zastosowań. Posługuje się zaawansowanymi narzędziami matematycznymi z różnych działów matematyki oraz narzędziami informatycznymi, które wspomagają go w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów matematycznych. Jego umiejętności pozwalają mu nie tylko przeprowadzać subtelne rozumowania matematyczne, ale i budować modele matematyczne niezbędne w zastosowaniach. Ma świadomość znaczenia nauki dla rozwoju nowoczesnych technologii i dlatego jest w stanie samodzielnie poszerzać wiedzę matematyczną, bazując na aktualnych wynikach badań. Te umiejętności bezpośrednio przekładają się na pracę, jaką może podjąć w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne w modelowaniu lub zajmujących się analizą i przetwarzaniem danych. Ponadto, wspomniane umiejętności są także niezbędne w kontynuacji edukacji na studiach doktoranckich.

Absolwent po specjalności matematyka teoretyczna może zostać pracownikiem naukowo-dydaktycznym na wyższej uczelni, a także analitykiem w instytucjach wykorzystujących metody matematyczne w modelowaniu i analizie zjawisk fizycznych, przyrodniczych, demograficznych i ekonomicznych. Natomiast absolwent po specjalności algorytmy i sztuczna inteligencja znajdzie zatrudnienie jako

analityk w firmach zajmujących się gromadzeniem, przetwarzaniem i analizą danych oraz jako specjalista ds. sztucznej inteligencji lub programista w firmach informatycznych.

Absolwent może kontynuować naukę w szkole doktorskiej albo podjąć specjalistyczne studia podyplomowe.

Aktualność programu studiów

Koncepcja i cele kształcenia

Program studiów na kierunku Matematyka opiera się na harmonijnym połączeniu zaawansowanego wykształcenia teoretycznego z nowoczesnymi metodami projektowania złożonych algorytmów oraz modeli matematycznych. Głównym celem kształcenia jest przygotowanie studentów do twórczego rozwijania teorii matematycznych oraz ich świadomej adaptacji w rozwiązywaniu skomplikowanych problemów badawczych i technologicznych. Studia umożliwiają studentom pogłębienie wiedzy w zakresie abstrakcyjnych struktur matematycznych, przy jednoczesnym rozwijaniu biegłości w tworzeniu autorskich algorytmów wykraczających poza standardowe schematy aplikacyjne. Istotnym elementem programu jest jego wszechstronność, pozwalająca na profilowanie ścieżki kształcenia w ramach specjalności: Matematyka Teoretyczna, skoncentrowanej na kompetencjach badawczych w obszarach analizy, równań różniczkowych i układów dynamicznych, oraz Algorytmy i Sztuczna Inteligencja, kładącej nacisk na matematyczne fundamenty uczenia maszynowego i głębokiego, teorię sieci neuronowych oraz zaawansowane metody uczenia ze wzmocnieniem i dużych modeli językowych. Proces dydaktyczny sprzyja rozwojowi umiejętności ścisłego wnioskowania, precyzyjnej komunikacji zagadnień naukowych oraz zdolności do samokształcenia, co pozwala studentom na sprawne projektowanie innowacyjnych rozwiązań matematycznych w dynamicznym otoczeniu gospodarki opartej na wiedzy. Dzięki uzyskanym kompetencjom, osoby kończące studia są przygotowane do pracy w sektorze badawczo-rozwojowym, branży AI oraz w zaawansowanych ośrodkach technologicznych, a także do kontynuacji ścieżki naukowej w szkołach doktorskich.

Informacje dotyczące uwzględnienia w programie studiów potrzeb społeczno-gospodarczych oraz zgodności kierunkowych efektów uczenia się z tymi potrzebami

Program studiów na kierunku Matematyka bezpośrednio odpowiada na transformację cyfrową oraz gwałtowny rozwój technologii opartych na sztucznej inteligencji, przy jednoczesnym zabezpieczeniu potrzeb sektora nauki i szkolnictwa wyższego. Zgodnie z raportem World Economic Forum pt. The Future of Jobs Report 2025, globalny rynek pracy ewoluuje w stronę ról napędzanych przez postęp technologiczny, gdzie zapotrzebowanie na specjalistów AI i uczenia maszynowego rośnie w tempie wykładniczym. Dane serwisu LinkedIn (Jobs on the Rise 2024 Poland) potwierdzają, że inżynierowie uczenia maszynowego dominują wśród najdynamiczniej rozwijających się profesji. Analizy te podkreślają, że współcześni pracodawcy poszukują ekspertów posiadających silny fundament teoretyczny, a nie jedynie powierzchowną znajomość gotowych narzędzi informatycznych – na te oczekiwania bezpośrednio odpowiada specjalność Algorytmy i Sztuczna Inteligencja. Na konieczność kształcenia kadr o takim profilu wskazuje również Polski Instytut Ekonomiczny; w raporcie Gospodarka cyfrowa w Polsce dowodzi on, że rodzimy sektor nowoczesnych technologii potrzebuje specjalistów od zaawansowanych algorytmów, aby skutecznie przejść z modelu produkcji oprogramowania do tworzenia innowacji. Równolegle program realizuje misję kształcenia kadr dla uczelni wyższych i instytutów naukowo-badawczych w ramach specjalności Matematyka Teoretyczna. Przygotowuje ona studentów do podjęcia studiów w szkołach doktorskich, co jest kluczowe dla zachowania ciągłości nauki oraz rozwoju nauk podstawowych, stanowiących fundament technologii przyszłości. Zakładane kierunkowe efekty uczenia się uwzględniają potrzeby społeczno-gospodarcze poprzez nacisk na samodzielne formułowanie modeli matematycznych oraz dowodzenie poprawności algorytmów, co stanowi unikalną wartość dodaną absolwentów matematyki na współczesnym rynku pracy. Jednocześnie efekty te rozwijają pogłębioną wiedzę teoretyczną, zaawansowane umiejętności analityczne oraz kompetencje społeczne i etyczne, niezbędne do odpowiedzialnego stosowania matematyki w sektorze nauki i nowoczesnych technologii.

Inne istotne czynniki warunkujące aktualność programu studiów

Aktualność programu studiów gwarantowana jest poprzez:

- systematyczną aktualizację nauczanych treści, uwzględniającą najnowsze wyniki badań w naukach matematycznych i pokrewnych, takich jak teoria algorytmów czy zastosowania matematyki w sztucznej inteligencji,
- dostosowanie programu do aktualnych trendów badawczych i technologicznych, a także do potrzeb rynku pracy, który coraz częściej poszukuje specjalistów łączących kompetencje matematyczne i informatyczne,
- konsultację programu nauczania z Radą Społeczną wydziału.

Wpływ na aktualność programu matematyka mają również studenci, którzy poprzez przedstawicieli biorą udział w pracach komisji programowej kierunku. W procesie doskonalenia koncepcji kształcenia wykorzystywana jest informacja zwrotna od studentów, przekazywana w postaci ankiet oceny przedmiotów i oceny studiów – proces ankietyzacji objęty jest Wydziałowym Systemem Zapewniania Jakości Kształcenia.

Związek programu z misją Uczelni i strategią jej rozwoju

Program wpisuje się w misję Politechniki Wrocławskiej, której fundamentem jest integracja nauk ścisłych z naukami technicznymi oraz rozwój przełomowych technologii opartych na badaniach podstawowych. Kierunek rozwija kompetencje w zakresie nowoczesnych teorii matematycznych, stanowiących podstawę dla zrozumienia układów złożonych w naukach technicznych, biologicznych i społecznych, zgodnie z założeniami priorytetowego obszaru badawczego „Badania podstawowe dla technologii i innowacji”. W programie silnie obecne są zagadnienia algorytmiczne, optymalizacyjne i probabilistyczne, leżące u podstaw współczesnej sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego – dziedzin uznanych w strategii PWr za kluczowe. Studenci zdobywają umiejętności istotne dla rozwoju nowoczesnych technologii, m.in. w zakresie matematycznego modelowania zjawisk fizycznych, teorii informacji, technologii cyfrowych, analizy sieci czy przetwarzania języka naturalnego, co wpisuje się w priorytetowy obszar „Technologie informacyjne, nauka o danych i sztuczna inteligencja”. Program kształci również zdolność abstrakcyjnego myślenia, precyzyjnego formułowania problemów i tworzenia nowych metod matematycznych, wspierając misję Uczelni w zakresie kreowania innowacyjnych rozwiązań. Kierunek odgrywa ważną rolę w budowaniu potencjału badawczego Politechniki Wrocławskiej, przygotowując absolwentów do pracy w interdyscyplinarnych zespołach łączących matematykę z inżynierią i technologią. Dzięki temu przyczynia się do realizacji wizji Politechniki Wrocławskiej jako ośrodka rozwijającego nowoczesne technologie w oparciu o solidne fundamenty teoretyczne.

Efekty uczenia się

Kod	Opis kierunkowego efektu uczenia się	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
Wiedza			
K2_MAT_W01	Charakteryzuje i wyjaśnia w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu teorii algorytmów lub metod statystycznych.	P7S_WG	
K2_MAT_W02	Charakteryzuje w pogłębionym stopniu równania różniczkowe cząstkowe oraz wyjaśnia ich zastosowania w zagadnieniach teoretycznych i aplikacyjnych.	P7S_WG	
K2_MAT_W03	Opisuje i wyjaśnia w pogłębionym stopniu zaawansowane techniki badania własności algorytmów.	P7S_WG, P7S_WK	P7S_WG_INŻ
K2_MAT_W04	Charakteryzuje zaawansowane metody matematyczne stosowane w fizyce, modelowaniu zjawisk przyrodniczych, finansach oraz innych dziedzinach i wyjaśnia zakres ich zastosowań.	P7S_WG, P7S_WK	P7S_WG_INŻ
K2_MAT_W05	Identyfikuje aktualne kierunki rozwoju oraz najnowsze osiągnięcia badawcze w zakresie matematyki lub informatyki.	P7S_WG	
K2_MAT_W06	Charakteryzuje w pogłębionym stopniu wybrany dział matematyki oraz jego pojęcia, twierdzenia i metody.	P7S_WG, P7S_WK	
K2_MAT_W07	Opisuje i wyjaśnia uwarunkowania etyczne i prawne związane z działalnością naukową i wdrożeniową.	P7S_WG, P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2_MAT_W08	Charakteryzuje aktualne kierunki rozwoju nauk humanistycznych i społecznych oraz ich teoretyczne aspekty, odnosząc je do społecznych, etycznych i ekonomicznych uwarunkowań rozwoju i stosowania współczesnej matematyki oraz jej zastosowań technologicznych.		
Umiejętności			
K2_MAT_U01	Wykorzystuje zaawansowane symulacje lub metody statystyczne, numeryczne, probabilistyczne do analizy danych lub do projektowania i analizy algorytmów, rozwiązując problemy teoretyczne i praktyczne.	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2_MAT_U02	Wykorzystuje pojęcia, twierdzenia i metody równań różniczkowych cząstkowych w zagadnieniach modelowania oraz w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych.	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2_MAT_U03	Stosuje pogłębione metody i techniki matematyczne oraz informatyczne do rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych i praktycznych. Dostrzega struktury matematyczne w różnych dziedzinach nauki.	P7S_UW	
K2_MAT_U04	Krytycznie analizuje fachową literaturę, samodzielnie wyszukuje i wykorzystuje aktualne wyniki badań w celu planowania i realizowania własnego rozwoju zawodowego, a zdobytą wiedzę potrafi popularyzować i przekazywać w sposób zrozumiały dla odbiorcy, wspierając rozwój kompetencji innych osób.	P7S_UU, P7S_UK	
K2_MAT_U05	Samodzielnie planuje i prowadzi prace projektowe oraz badania aplikacyjne, a także potrafi kierować pracą zespołu.	P7S_UO	
K2_MAT_U06	Opracowuje i komunikuje treści matematyczne o charakterze naukowym i popularnonaukowym w formie pisemnej lub ustnej, uwzględniając kontekst oraz potrzeby odbiorców.	P7S_UK	
Kompetencje społeczne			

Kod	Opis kierunkowego efektu uczenia się	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
K2_MAT_K01	Jest gotów do podejmowania zadań w warunkach zmieniającej się rzeczywistości. Docenia potrzebę ustawicznego kształcenia i jest świadomy ograniczeń własnej wiedzy.	P7S_KK, P7S_KR	
K2_MAT_K02	Jest gotów do aktywnego uczestnictwa w życiu społecznym, rozumie potrzebę pracy na rzecz społeczeństwa i jest otwarty na nowe pomysły.	P7S_KO	
K2_MAT_K03	Docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w pracy zawodowej.	P7S_KR	
K2_MAT_K04	Ma świadomość, że niestaranna interpretacja danych lub błędne stosowanie narzędzi probabilistycznych w algorytmice może prowadzić do niepoprawnych wniosków i decyzji; dąży do weryfikacji założeń, estymacji niepewności i przejrzystej komunikacji ograniczeń.	P7S_KK	
K2_MAT_K05	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, z uwzględnieniem różnych form przedsiębiorczości.	P7S_KO	
K2_MAT_K06	Docenia potrzebę poznawania innych dziedzin nauki, także w zakresie przedmiotów humanistycznych i społecznych.	P7S_KK, P7S_KR	
K2_MAT_K07	Wykazuje samodzielność w realizacji projektów badawczych i rozwiązywaniu złożonych problemów, działając w sposób odpowiedzialny.	P7S_KO, P7S_KR	
Efekty językowe			
SJO_S2_U01	Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ ESOKj oraz specjalistyczną terminologią	P7S_UK	

Szczegółowe informacje dotyczące punktów ECTS

matematyka

Nazwa	algorytmy i sztuczna inteligencja	matematyka teoretyczna
Całkowita liczba punktów ECTS	90	90
Całkowita liczba godzin zajęć	1110	1110
Liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (DN)	78/90 (86.67%)	78/90 (86.67%)
Liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (m.in. laboratorium, projekt) (P)	46	40.7
Liczba punktów ECTS, którą student uzyska realizując zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (BU)	46.2	46.3
Udział procentowy ECTS zajęć wybieralnych	68/90 (75.56%)	68/90 (75.56%)
Liczba punktów ECTS, którą student uzyska realizując zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych właściwych dla danego kierunku studiów	5	5
Liczba punktów ECTS, którą student uzyska realizując zajęcia z zakresu nauk podstawowych (matematyka, fizyka/chemia)	9	9

Organizacja studiów

Realizacja programu studiów

Dopuszczalny deficyt ECTS

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

Wymagania szczegółowe

Nie dotyczy.

Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Forma zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
Seminarium	Prezentacje multimedialne prowadzone i przygotowywane indywidualnie lub grupowo; analiza przypadków case study, aktywność na zajęciach, referat
Projekt	Przygotowanie projektu, realizacja projektu, dokumentacja projektowa, analiza przypadków case study
Praca dyplomowa	Ocena pracy dyplomowej
Laboratorium	Wykonanie sprawozdań laboratoryjnych; wypowiedzi ustne, aktywność w na zajęciach; kartkówka, zadanie wejściowe, ocena zadań cząstkowych
Wykład	Egzamin - ustny, pisemny, zaliczenie, kolokwium - ustne, pisemne
Ćwiczenia	Zaliczenie - ustne, pisemne; kartkówka, zadanie wejściowe, ocena zadań cząstkowych; egzamin praktyczny, esej, referat

Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się

Kierunkowe efekty uczenia się student uzyskuje poprzez realizację poszczególnych przedmiotów przypisanych do tychże efektów w poniższych tabelach. Studenci realizują przedmioty według kolejności opisanej w Planie studiów. W załączonych kartach przedmiotów zamieszczono przedmiotowe efekty uczenia się, które stanowią merytoryczne uszczegółowienie przypisanych efektów kierunkowych. Efekty przedmiotowe uzyskiwane są przez studenta poprzez uczestnictwo w zajęciach zorganizowanych obejmujących wykłady, ćwiczenia, laboratoria, seminaria, jak również poprzez realizację projektów i pracę samodzielną. W trakcie realizacji przedmiotu studenci mają możliwość zapoznania się z treściami programowymi opisanymi szczegółowo w kartach przedmiotów, które to treści odnoszą się do przedmiotowych efektów uczenia się, a tym samym ich opanowanie pozwala osiągnąć efekty kierunkowe. Weryfikacja uzyskania efektów uczenia się odbywa się przede wszystkim w ramach realizowanych przedmiotów poprzez kolokwia, egzaminy, kartkówki, oceny projektów, referatów, esejów, odpowiedzi ustnych oraz ocenę pracy studenta na zajęciach. W drugiej kolejności weryfikacja odbywa się poprzez kontrolę osiągnięć studenta w kolejnych semestrach studiów, do której to kontroli wykorzystywane są zdobyte punkty ECTS.

Na kierunku oferowane są dwa moduły specjalnościowe (zwane dalej specjalnościami). Pierwsza specjalność to matematyka teoretyczna, druga specjalność to algorytmy i sztuczna inteligencja. Mechanizm wyboru specjalności jest następujący. Podczas rekrutacji kandydat składa deklarację wyboru jednej z dwóch specjalności. Dziekan może określić dolne lub górne limity na liczbę miejsc na daną specjalność, informacja o limitach jest publikowana na stronie internetowej Wydziału. W razie małej liczby chętnych na daną specjalność Dziekan może podjąć decyzję o nieuruchamianiu określonej specjalności w danym cyklu kształcenia. Komunikat w sprawie ewentualnego nieuruchomienia specjalności jest zamieszczany na stronie internetowej Wydziału w ciągu 7 dni od ogłoszenia wyników rekrutacji.

W uzasadnionych przypadkach przedmioty z bloku przedmiotów wybieralnych Algorytmy i sztuczna inteligencja oraz z bloku przedmiotów wybieralnych Matematyka teoretyczna mogą być prowadzone w języku angielskim. Uruchomienie przedmiotu w języku angielskim następuje za zgodą dziekana oraz komisji programowej. Maksymalnie może być uruchomiony jeden przedmiot w języku angielskim w danym semestrze studiów. Na każdym semestrze studiów są uruchamiane przynajmniej dwa przedmioty w języku polskim z bloku przedmiotów wybieralnych Algorytmy i sztuczna inteligencja, oraz przynajmniej dwa przedmioty w języku polskim z bloku przedmiotów wybieralnych Matematyka teoretyczna.

Praktyki

Nie dotyczy.

Egzamin dyplomowy

Egzamin dyplomowy składa się ze sprawdzianu wiedzy i umiejętności w drodze weryfikacji stopnia opanowania treści kształcenia przekazywanych w czasie studiów, obejmujących zagadnienia odpowiadające efektom uczenia się przypisanym do kierunku Matematyka oraz wybranej specjalności. Komisja Programowa kierunku przygotowuje listę zagadnień egzaminu dyplomowego. Lista zagadnień egzaminu dyplomowego jest publikowana na stronie internetowej Wydziału przed rozpoczęciem semestru dyplomowego.

Plan studiów

matematyka

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok Nauki Humanistyczne	Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera jeden przedmiot				
Autoprezentacja i wystąpienia publiczne	Ćwiczenia: 30		2	Wybieralny
Laboratorium dialogu i argumentacji	Ćwiczenia: 30		2	Wybieralny
Podstawy negocjacji	Ćwiczenia: 30		2	Wybieralny
Lektorat 2.1	Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera jeden przedmiot językowy z oferty ogólnouczonej				
Język obcy 2.1	Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Wybieralny
Metody probabilistyczne w teorii algorytmów	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30 Laboratorium: 15	Egzamin	7	Obowiązkowy
Podstawy mechaniki kwantowej	Wykład: 45	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowy
Seminarium 1	Seminarium: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowy
Suma	225		15	

matematyka teoretyczna

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Analiza funkcjonalna i topologia	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Egzamin	5	Obowiązkowy specjalnościowy

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Matematyka teoretyczna	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				
Algebra abstrakcyjna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza harmoniczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza rzeczywista i zespolona	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Ewolucje dyskretne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Funkcje specjalne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Geometria różniczkowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria potencjału procesów Markowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Suma	225		15	

algorytmy i sztuczna inteligencja

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Algorytmy i sztuczna inteligencja	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				
Algorytmy big data	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Algorytmy grafowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza szeregów czasowych	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Data Mining	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Przetwarzanie sygnałów i analiza obrazów	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka obliczeniowa	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka w finansach i ubezpieczeniach	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Technologie webowe w procesie analityki danych	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Zaawansowane sieci neuronowe	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Uczenie głębokie ze wzmocnieniem	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Egzamin	5	Obowiązkowy specjalnościowy
Suma	225		15	

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok Nauki Społeczne	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera jeden przedmiot				
Decyzje strategicznego przywództwa	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Ekonomika przedsiębiorstwa	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Ochrona własności intelektualnej	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Podstawy biznesu z elementami ochrony własności intelektualnej	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Psychologia decyzji i ryzyka	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Psychologia zarządzania zespołami	Wykład: 30	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Lektorat 2.2	Ćwiczenia: 60	Zaliczenie na ocenę	3	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera jeden przedmiot językowy z oferty ogólnouczelnianej				
Język obcy 2.2	Ćwiczenia: 60	Zaliczenie na ocenę	3	Wybieralny
Równania różniczkowe cząstkowe i ich zastosowania	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30 Laboratorium: 15	Egzamin	7	Obowiązkowy

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Seminarium 2	Seminarium: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowy
Suma	210		15	

matematyka teoretyczna

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Matematyka teoretyczna	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				
Algebra abstrakcyjna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza harmoniczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza rzeczywista i zespolona	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Ewolucje dyskretne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Funkcje specjalne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Geometria różniczkowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria potencjału procesów Markowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Układy dynamiczne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Egzamin	5	Obowiązkowy specjalnościowy
Suma	225		15	

algorytmy i sztuczna inteligencja

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Algorytmy i sztuczna inteligencja	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Algorytmy big data	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Algorytmy grafowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza szeregów czasowych	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Data Mining	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Przetwarzanie sygnałów i analiza obrazów	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka obliczeniowa	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka w finansach i ubezpieczeniach	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Technologie webowe w procesie analityki danych	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Zaawansowane sieci neuronowe	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Duże modele językowe	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Egzamin	5	Obowiązkowy specjalnościowy
Suma	225		15	

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Praca dyplomowa	Praca dyplomowa: 45	Zaliczenie na ocenę	18	Obowiązkowy do wyboru
Seminarium dyplomowe	Seminarium: 30	Zaliczenie na ocenę	2	Obowiązkowy
Suma	75		20	

matematyka teoretyczna

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Matematyka teoretyczna	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				
Algebra abstrakcyjna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza harmoniczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza rzeczywista i zespolona	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Ewolucje dyskretne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Funkcje specjalne	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Geometria różniczkowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria potencjału procesów Markowa	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Suma	150		10	

algorytmy i sztuczna inteligencja

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Blok przedmiotów wybieralnych Algorytmy i sztuczna inteligencja	Wykład: 90 Suma godzin kontaktowych praktycznych: 60	Zaliczenie na ocenę	10	Obowiązkowa grupa
Student/ka wybiera dwa przedmioty				
Algorytmy big data	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Algorytmy grafowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza stochastyczna	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Analiza szeregów czasowych	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Automatyczne dowodzenie twierdzeń	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Data Mining	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Grafy i sieci losowe	Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Logika i teoria modeli	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Macierze losowe	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Metody numeryczne	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Modele liniowe	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Przetwarzanie sygnałów i analiza obrazów	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka obliczeniowa	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Statystyka w finansach i ubezpieczeniach	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Technologie webowe w procesie analityki danych	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Teoria mnogości	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Wykład monograficzny 1	Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny

Przedmiot	Liczba godzin	Forma weryfikacji	Punkty ECTS	Obligatoryjność
Wykład monograficzny 2	Wykład: 45 Laboratorium: 30	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Zaawansowane sieci neuronowe	Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Zaliczenie na ocenę	5	Wybieralny
Suma	150		10	

Sylabusy



Analiza funkcjonalna i topologia Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy specjalnościowy Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	---

Semestr Semestr 1	Forma zaliczenia Egzamin Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
-----------------------------	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Wyjaśnia znaczenie i rolę klasycznych twierdzeń analizy funkcjonalnej (w tym twierdzenia Hahna-Banacha oraz konsekwencji twierdzenia Baire'a) w badaniu własności operatorów oraz przestrzeni liniowo-topologicznych, w tym przestrzeni unormowanych.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Charakteryzuje własności przestrzeni liniowo-topologicznych oraz objaśnia różnice między topologią silną, słabą a *-słabą.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Opisuje matematyczne fundamenty teorii spektralnej ograniczonych operatorów liniowych na przestrzeniach Banacha i Hilberta.	K2_MAT_W06

PEU_W04	Objaśnia teoretyczne aspekty transformaty Fouriera oraz uzasadnia przydatność metod analizy funkcjonalnej w badaniu równań różniczkowych.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Stosuje klasyczne twierdzenia analizy funkcjonalnej (w tym twierdzenie Hahna-Banacha oraz twierdzenie Baire'a wraz z jego konsekwencjami) w badaniu własności operatorów oraz przestrzeni liniowo-topologicznych, w tym przestrzeni unormowanych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Rozpoznaje i charakteryzuje różne typy przestrzeni liniowo-topologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem własności topologii słabych i *-słabych.	K2_MAT_U04
PEU_U03	Analizuje własności ograniczonych operatorów liniowych na przestrzeniach Banacha i Hilberta, w tym własności spektralne, oraz wyznacza transformatę Fouriera dla wybranych klas funkcji.	K2_MAT_U04
PEU_U04	Wykorzystuje aparat analizy funkcjonalnej do rozwiązywania problemów teoretycznych w innych działach matematyki, w szczególności w teorii równań różniczkowych.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest otwarty na korzystanie z literatury naukowej, docieranie do materiałów źródłowych oraz jest zdolny do dokonywania ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K07
PEU_K03	Jest odpowiedzialny za swoje postępy i postępuje uczciwie.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu analizy funkcjonalnej oraz pojęć z topologii związanej z analizą funkcjonalną. Omówione jest twierdzenie Hahna-Banacha i jego zastosowania. Przedstawia się najważniejsze zastosowania twierdzenia Baire'a w analizie funkcjonalnej. Wprowadza się elementy teorii przestrzeni liniowo-topologicznych oraz słabą i *-słabą zbieżność. Przedstawia się teorię ograniczonych operatorów liniowych na przestrzeniach Hilberta oraz przestrzeniach Banacha. W ramach przedmiotu omawia się także transformatę Fouriera funkcji całkowalnych i funkcji całkowalnych z kwadratem na n-wymiarowej przestrzeni Euklidesowej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	26
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	20
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Autoprezentacja i wystąpienia publiczne Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 1	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Ćwiczenia: 30 godz., 2 ECTS

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Nazywa i opisuje własne kompetencje w zakresie komunikacji interpersonalnej i dobiera środki do ich rozwoju.	K2_MAT_W08
PEU_W02	Rozpoznaje procesy społeczne, które są najbliższym kontekstem kształtowania jego wizerunku i wpływają na jego zdolności kooperacji w grupie.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Osiąga zamierzone cele społeczne z wykorzystaniem umiejętności przemawiania, autoprezentacji i formowania środowiska komunikacyjnego.	K2_MAT_K02
PEU_K02	Identyfikuje problemy w obszarze komunikacji interpersonalnej i społecznej powiązane z translacją wiedzy naukowej na subkody komunikacji społecznej.	K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot zapewnia nabycie wiedzy i umiejętności niezbędnych w zakresie kompetencji komunikacyjnych, szczególnie w wymiarze komunikacji bezpośredniej. Zajęcia obejmują takie zagadnienia, jak: psychologia komunikacji, rozwój osobisty, umiejętności interpersonalne, odporność komunikacyjna, skuteczność i zdolności organizacyjne czy kształtowanie kariery zgodnie z profilem osobowościowym.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	8
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	8
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	2
Przygotowanie projektu	2
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Laboratorium dialogu i argumentacji Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 1	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Ćwiczenia: 30 godz., 2 ECTS

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje pojęcia retoryki, teorii argumentacji.	K2_MAT_W08
PEU_W02	Rozróżnia typy argumentów, błędy logiczne i poznawcze oraz chywy erystyczne.	K2_MAT_W08
PEU_W03	Opisuje metody oceny wiarygodności informacji i źródeł.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest gotów do prowadzenia dialogu opartego na szacunku, racjonalności i otwartości na odmienne poglądy.	K2_MAT_K02
PEU_K02	Docenia znaczenie rzetelnej argumentacji i wiarygodnych źródeł informacji w życiu społecznym.	K2_MAT_K02
PEU_K03	Identyfikuje problemy wynikające z błędów poznawczych i podejmuje próbę ich krytycznego rozwiązania.	K2_MAT_K06

PEU_K04	Jest otwarty na różne perspektywy poznawcze, w tym społeczną i humanistyczną, oraz dostrzega ich znaczenie dla rozumienia współczesnych uwarunkowań rozwoju nauki i techniki.	K2_MAT_K06
---------	---	------------

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot wprowadza w zagadnienia retoryki, teorii argumentacji oraz epistemologii stosowanej. Obejmuje analizę struktur argumentacyjnych, błędów poznawczych i logicznych, a także zasad racjonalnego i etycznego prowadzenia sporu. Uwzględnia ponadto problematykę oceny wiarygodności informacji i kryteriów rzetelności ich źródeł. Ważnym elementem jest rozwijanie umiejętności rozpoznawania manipulacji oraz stosowania argumentów adekwatnych do kontekstu komunikacyjnego. Część zajęć ma charakter praktyczny i służy doskonaleniu kompetencji w formułowaniu, ocenianiu oraz prezentowaniu argumentów w sytuacjach interakcyjnych. Uczestnicy uczą się również pracy z przykładami pochodzącymi z dyskursu publicznego oraz analizowania realnych debat i wypowiedzi.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	7
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	7
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	6
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Podstawy negocjacji Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 1	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Ćwiczenia: 30 godz., 2 ECTS

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Objaśnia pojęcia z zakresu negocjacji oraz opisuje metody rozwiązywania sporów.	K2_MAT_W08
PEU_W02	Identyfikuje prawidłowości zachowań społecznych, organizacyjnych, międzyludzkich oraz ich uwarunkowania.	K2_MAT_W08
PEU_W03	Rozróżnia środki i systemy komunikacji w różnych strukturach społecznych oraz cechy sprawnego procesu komunikacji.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do współpracowania w grupie, przyjmując różne role w procesie negocjacyjnym.	K2_MAT_K02
PEU_K02	Docenia znaczenie komunikacji interpersonalnej podczas negocjacji.	K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe przedmiotu obejmują zagadnienia związane z przebiegiem procesu negocyjnego. Uczestnik poznaje sposoby i narzędzia służące rozwiązywaniu sporów, techniki negocjacyjne, jak również sposoby wpływu społecznego, techniki manipulacji i obrony przed manipulacją w negocjacjach. Uczestnik poznaje sposoby komunikacji w kryzysie i konflikcie, a także rozwija umiejętność argumentowania i obrony własnego stanowiska.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Przygotowanie do zajęć	8
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	10
Zaliczenie/Egzamin	2
Ćwiczenia	30
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Algorytmy big data Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Rozpoznaje problemy wynikające z rozmiaru zbiorów danych podczas analizy.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W02	Przedstawia algorytmy wykorzystywane do rozproszonego przetwarzania dużych zbiorów danych.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W06
PEU_W03	Wymienia technologie używane do przechowywania, przetwarzania oraz analizy dużych zbiorów danych.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Opracowuje implementację algorytmu do analizy dużych zbiorów danych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03

PEU_U02	Analizuje duży zbiór danych wymagający rozproszenia na kilka komputerów.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Dobiera ekosystem narzędzi nadających się do wykonania analizy dużych zbiorów danych.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji w zakresie analityki danych.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia rolę współpracy w dużych projektach analitycznych.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe dotyczą analizy dużych zbiorów danych, zarazem pod kątem algorytmów wykorzystywanych do ich analizy, ich implementacji oraz wykorzystania. Omówione zostaną modele obliczeniowe map-reduce, koncepcje wartościowania leniwego oraz organizacji planów zadań w postaci skierowanych grafów acyklicznych. Przedstawiona zostanie implementacja przykładowego algorytmu map-reduce oraz budowa ekosystemu do analizy dużych zbiorów danych. Podczas wykładu zaprezentowane zostaną algorytmy Stochastic Gradient Descent (SGD) oraz Limited Memory Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno (L-BFGS), wraz z analizą własności oraz sposobem konstrukcji. Uczestnicy zajęć wykorzystają zdobytą wiedzę podczas realizacji projektu grupowego polegającego na analizie dużego zbioru danych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Laboratorium	30
Projekt	15
Przygotowanie projektu	25
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	15
Przygotowanie do zajęć	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Algorytmy grafowe Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność algorytmy i sztuczna inteligencja Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Nazywa i opisuje najważniejsze algorytmy grafowe.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Opisuje zastosowania algorytmów grafowych.	K2_MAT_W05
PEU_W03	Charakteryzuje pojęcie oraz przykłady problemu NP-zupełnego.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Stosuje różnorodne algorytmy grafowe.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Wykorzystuje algorytmy grafowe do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Rozpoznaje problemy NP-zupełne.	K2_MAT_U04

Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest odpowiedzialny za swoje postępy i postępuje uczciwie.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Jest otwarty na prezentowanie i dyskutowanie swojego rozumowania.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedstawione zostaną metody przeszukiwania grafów. Studenci poznają algorytmy umożliwiające znajdowanie zadanych struktur w grafach. W szczególności dotyczy to struktur optymalizujących omawiane zagadnienia. Rozważane będą też sposoby badania przepływów w sieciach. Omówione zostaną problemy NP-zupełne w teorii grafów.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Ćwiczenia	45
Przygotowanie do zajęć	45
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	5
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Analiza stochastyczna Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje i objaśnia obiekty związane z pojęciem całki stochastycznej oraz stochastycznymi równaniami różniczkowymi.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Formułuje i objaśnia zasady teoretyczne modelowania stochastycznego w naukach technicznych i przyrodniczych.	K2_MAT_W05
PEU_W03	Charakteryzuje zaawansowane narzędzia rachunku stochastycznego wykorzystywane w analizie danych oraz w zastosowaniach przyrodniczych i finansowych.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Rozpoznaje aktualne kierunki rozwoju oraz najnowsze wyniki badań w obszarze analizy stochastycznej.	K2_MAT_W05

PEU_W05	Formułuje twierdzenia oraz uzasadnia metody badawcze stosowane w analizie stochastycznej.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Dobiera i konstruuje modele matematyczne wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Modyfikuje klasyczne modele matematyczne do potrzeb modelowania konkretnych zjawisk, wykorzystując zdobytą wiedzę oraz zasoby zewnętrzne.	K2_MAT_U04
PEU_U03	Stosuje metody rachunku stochastycznego do rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych i aplikacyjnych.	K2_MAT_U03
PEU_U04	Analizuje literaturę specjalistyczną z zakresu analizy stochastycznej.	K2_MAT_U04
PEU_U05	Rozwiązuje zadania z zakresu całek stochastycznych i stochastycznych równań różniczkowych.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia nieustanną potrzebę samodoskonalenia i poszerzania swojej wiedzy z wykorzystaniem zasobów zewnętrznych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Postępuje zgodnie z zasadami zdobywania wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują najważniejsze zagadnienia związane z pojęciem całki stochastycznej oraz stochastycznym rachunkiem różniczkowym obejmujące definicję i własności całki Ito względem martyngałów lokalnych, wzór Ito dla semimartyngałów ciągłych, zagadnienia istnienia i jednoznaczności rozwiązań stochastycznych równań różniczkowych oraz zastosowania powyższych narzędzi stochastycznych w zagadnieniach teoretycznych i praktycznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Analiza szeregów czasowych Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia metody wnioskowania statystycznego stosowane w analizie szeregów czasowych.	K2_MAD_W01, K2_MAT_W01
PEU_W02	Charakteryzuje kluczowe modele szeregów czasowych, zarówno stacjonarnych, jak i niestacjonarnych, oraz ich najważniejsze własności.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W03	Przedstawia proste oraz zaawansowane metody prognozowania szeregów czasowych.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W01
PEU_W04	Opisuje metody wnioskowania statystycznego stosowane w analizie spektralnej szeregów czasowych.	K2_MAD_W02, K2_MAT_W01

PEU_W05	Przedstawia najważniejsze metody i modele wykorzystywane w analizie wielowymiarowych szeregów czasowych.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W01
PEU_W06	Prezentuje najważniejsze zagadnienia związane z eksploracją szeregów czasowych.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Identyfikuje modele dla jednowymiarowych oraz wielowymiarowych szeregów czasowych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U02	Stosuje odpowiednie procedury estymacji rzędu i parametrów modelu szeregu czasowego oraz weryfikuje poprawność dopasowania modelu.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Stosuje analizę symulacyjną związaną z estymacją i doбором modelu szeregu czasowego.	K2_MAD_U01, K2_MAT_U01
PEU_U04	Uzasadnia własności stosowanych procedur statystycznych oraz dobranych modeli szeregów czasowych.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do korzystania z literatury naukowej, w tym docierania do materiałów źródłowych oraz dokonywania ich przeglądu.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Dbą o rzetelne przedstawianie rezultatów rozwiązywanych problemów.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03
PEU_K03	Akceptuje konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K04

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu analizy i prognozowania szeregów czasowych – zarówno jedno-, jak i wielowymiarowych (tj. wektorowych szeregów czasowych). W ramach przedmiotu omawiane są między innymi najbardziej popularne modele stacjonarnych i niestacjonarnych szeregów czasowych, takie jak modele MA, AR, ARMA, ARIMA, ETS, ARCH, GARCH i ich wybrane uogólnienia, ze szczególnym uwzględnieniem modeli wektorowych VAR, VARMA i VARIMA. Przedstawiane są również kluczowe metody wnioskowania statystycznego, w szczególności zagadnienia związane z dopasowaniem modelu do danych (takie jak identyfikacja składowych regularnych szeregu czasowego, estymacja parametrów i wybór optymalnego rzędu) oraz oceną poprawności dopasowania (diagnostyką) modelu. Szczególna uwaga poświęcona jest konstrukcji prognoz, uwzględniając również wybrane zaawansowane zagadnienia, takie jak metody łączenia prognoz, prognozowanie szeregów o złożonej sezonowości oraz zastosowanie algorytmów bootstrap i bagging. Treści programowe pozwalają także na zdobycie wiedzy z zakresu analizy spektralnej szeregów czasowych, w tym nieparametrycznych metod estymacji gęstości spektralnej i ich zastosowania do weryfikacji hipotez o okresowości. W ramach przedmiotu omawiane są również kluczowe zagadnienia związane z eksploracją szeregów czasowych, w szczególności prezentowane są najważniejsze techniki wykorzystywane do ekstrakcji cech oraz mierzenia podobieństwa szeregów, w kontekście ich zastosowania do klasyfikacji i grupowania.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	5
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	30

Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	5
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Automatyczne dowodzenie twierdzeń

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	--	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje i objaśnia pojęcia rachunku lambda, teorii typów oraz izomorfizmu Curry'ego-Howarda, łączącego logikę z obliczeniami.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Charakteryzuje i wyjaśnia w pogłębionym stopniu formalne systemy logiczne wykorzystywane w automatycznym dowodzeniu twierdzeń, w tym ich aksjomaty, reguły wnioskowania oraz własności teoretyczne.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Przedstawia zasady działania systemów automatycznego dowodzenia twierdzeń i środowiska Lean.	K2_MAT_W05

PEU_W04	Identyfikuje i omawia współczesne kierunki rozwoju automatycznego i interaktywnego dowodzenia twierdzeń, w tym rolę nowoczesnych systemów formalnych w aktualnych badaniach z zakresu matematyki i informatyki.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje formalne dowody w systemach dedukcyjnych i analizuje ich poprawność.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Tworzy i weryfikuje dowody matematyczne w języku Lean z użyciem dostępnych bibliotek i taktów.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia znaczenie formalnych metod w matematyce i informatyce oraz potrzebę ich dalszego rozwoju.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Jest zdolny do współpracy przy formalizacji i automatyzacji dowodów, dbając o precyzję i rzetelność naukową.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot wprowadza w teoretyczne i praktyczne aspekty automatycznego dowodzenia twierdzeń w logice formalnej. Uczestnicy poznają koncepcję konstruktywnego dowodu. Zaprezentowany zostanie izomorfizm Curry'ego-Howarda, który łączy dowody z programami, a typy z formułami logicznymi. W trakcie laboratorium uczestnicy nauczą się formalizacji dowodów w języku programowania Lean. Będą oni wykorzystywać narzędzia automatycznego dowodzenia do weryfikacji twierdzeń matematycznych. Celem zajęć jest rozwijanie kompetencji w zakresie formalnej weryfikacji i konstruktywnego programowania.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie projektu	10
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Data Mining Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność algorytmy i sztuczna inteligencja Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	--	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia najważniejsze zadania data mining.	K2_MAT_W01
PEU_W02	Opisuje klasyczne i nowoczesne metody klasyfikacji, wyboru cech, analizy skupień, redukcji wymiaru i odkrywania reguł asocjacyjnych oraz ich własności.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Przedstawia metody statystyczne stosowane do wyboru i oceny klasyfikatorów.	K2_MAT_W01
PEU_W04	Opisuje zaawansowane zagadnienia związane z budową modeli klasyfikacyjnych.	K2_MAT_W05
PEU_W05	Przedstawia najważniejsze zagadnienia związane z odkrywaniem reguł asocjacyjnych.	K2_MAT_W01

Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Dobiera metody umożliwiające realizację określonego zadania pozyskiwania wiedzy.	K2_MAT_U01
PEU_U02	Stosuje w praktyce poznane metody i algorytmy data mining.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Weryfikuje efektywność stosowanych metod.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do korzystania z literatury naukowej, w tym docierania do materiałów źródłowych oraz dokonywania ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Akceptuje konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K04
PEU_K03	Dbą o rzetelne przedstawianie rezultatów rozwiązywanych problemów.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

W ramach przedmiotu omawiane są istotne zagadnienia związane z pozyskiwaniem wiedzy z danych (ang. data mining). Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu klasycznych i nowoczesnych metod klasyfikacji, analizy skupień, redukcji wymiaru i odkrywania reguł asocjacyjnych. W szczególności omawiane są liniowe metody klasyfikacji i ich wybrane uogólnienia, w tym kwadratowa, jądrowa i regularyzowana analiza dyskryminacyjna oraz wybrane zaawansowane algorytmy grupowania, takie jak klasteryzacja gęstościowa i rozmyta, metody oparte na modelach statystycznych oraz zespołowe algorytmy klasteryzacji. Prezentowane są również kluczowe aspekty związane z oceną jakości i wyborem optymalnego modelu, ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów selekcji cech oraz statystycznych metod wykorzystywanych do oceny skuteczności klasyfikatorów. Treści programowe pozwalają także na zdobycie wiedzy na temat wybranych zaawansowanych zagadnień związanych z konstrukcją modeli klasyfikacyjnych, takich jak metody wzmacniania klasyfikatorów, dekompozycja problemów wieloklasowych, uwzględnienie kosztów w budowie modeli oraz techniki wykorzystywane w przypadku klasyfikacji danych niebalansowanych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	5
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	30
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	5
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Grafy i sieci losowe Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Ćwiczenia: 45	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje modele grafów i sieci losowych.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Opisuje własności asymptotyczne grafów losowych.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Przedstawia narzędzia i metody probabilistyczne wykorzystywane w teorii grafów losowych.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Bada rozkłady zmiennych losowych opisujących własności grafów losowych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Stosuje narzędzia i metody probabilistyczne wykorzystywane w teorii grafów losowych.	K2_MAT_U04

PEU_U03	Analizuje najważniejsze własności asymptotyczne grafów losowych.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest odpowiedzialny za swoje postępy i postępuje uczciwie.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Jest otwarty na prezentowanie i dyskusowanie swojego rozumowania.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedstawione zostaną różne modele grafów losowych, w tym przede wszystkim model dwumianowy. Zdefiniowane zostaną własności grafowe oraz podane ich rodzaje i przykłady. W przypadku własności monotonicznych omówione zostaną metody wyznaczania funkcji progowych.

Badane będzie zachowanie asymptotyczne wybranych statystyk na grafach losowych, w szczególności zbieżność do rozkładu Poissona i normalnego. Formą podsumowania będzie omówienie ewolucji grafu losowego.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Ćwiczenia	45
Przygotowanie do zajęć	45
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	5
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Logika i teoria modeli Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Wskazuje związki i zastosowania teorii modeli w innych działach matematyki, zwłaszcza algebrze.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Definiuje i wyjaśnia pojęcia logiki i teorii modeli, w szczególności: teorię, model, typ, rangę Morleya oraz rozwidlanie.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Przytacza i objaśnia kluczowe twierdzenia teorii modeli, w tym twierdzenie Morleya oraz twierdzenie Rylla-Nardzewskiego o kategoryczności, wskazując ich znaczenie teoretyczne.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Analizuje i interpretuje powiązania między pojęciami a twierdzeniami logiki i teorii modeli.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Stosuje metody teorii modeli do opisu i dowodzenia własności struktur matematycznych, zwłaszcza algebraicznych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Analizuje teoriomodelowe własności teorii matematycznych.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia rolę i znaczenie logiki w rozwiązywaniu problemów o charakterze poznawczym.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Stosuje zasady rzetelności i uczciwości intelektualnej w konstruowaniu dowodów w teorii modeli i logice, analizie struktur, modeli oraz interpretacji uzyskanych wyników.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot skupia się na poznaniu kluczowych pojęć i twierdzeń logiki oraz teorii modeli. Szczególna uwaga zostanie poświęcona zagadnieniom teorii stabilności. Istotną częścią będzie przedstawienie szczegółowego dowodu twierdzenia Morleya o kategoryczności. Zaprezentowane zostaną związki i zastosowania teorii modeli w klasycznej matematyce. Szczególnie akcentowane będą jej zastosowania w algebrze. Celem jest zrozumienie zastosowania narzędzi logicznych w analizie struktur algebraicznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	25
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Macierze losowe

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje twierdzenia z teorii macierzy losowych i wskazuje ich znaczenie.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Dobiera odpowiednie narzędzia matematyczne stosowane w badaniu macierzy losowych i ich asymptotyki.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Analizuje przykłady zastosowań macierzy losowych.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Stosuje odpowiednie narzędzia matematyczne do badania rozkładów granicznych wartości własnych wybranych macierzy losowych.	K2_MAT_U03

PEU_U03	Przygotowuje symulacje komputerowe dotyczące statystyki wartości własnych dużych macierzy losowych.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Szanuje obyczaje i zasady obowiązujących w środowisku akademickim.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu macierzy losowych i ich asymptotyki. Przedstawia się teorię niezależnych macierzy losowych i jej zastosowania. Omawia się transformatę Cauchy'ego-Stieltjesa i jej zastosowanie do wyznaczania miar probabilistycznych na prostej. Prezentuje się asymptotykę momentów macierzy Wignera i rozkład Wignera, jak również asymptotykę momentów macierzy Wisharta i rozkładu Marchenko-Pastura. Omawia się także asymptotykę niehermitowskich macierzy losowych i rozkład cyrkularny Girkó. W ramach tego przedmiotu przedstawia się także elementy probabilistyki wolnej i jej związki z asymptotyką macierzy losowych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	25
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	25
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Metody numeryczne Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Objaśnia zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i ilustruje ich ograniczenia.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Rozpoznaje i opisuje co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych.	K2_MAT_W04
PEU_W03	Identyfikuje aktualne kierunki rozwoju oraz najnowsze osiągnięcia w zakresie nowoczesnych metod numerycznych.	K2_MAT_W05
PEU_W04	Przedstawia zastosowanie zaawansowanych modeli metod numerycznych w wybranym dziale matematyki.	K2_MAT_W04
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Rozpoznaje problemy, w tym zagadnienia praktyczne, które można rozwiązać algorytmicznie; dokonuje specyfikacji takiego problemu.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Stosuje praktycznie pogłębione metody i techniki metod numerycznych do rozwiązania złożonych problemów praktycznych.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Samodzielnie wyszukuje informacje dotyczące metod numerycznych w literaturze, także w językach obcych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w przygotowywaniu algorytmów i programów używających metod numerycznych.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot Metody numeryczne ma na celu zapoznanie uczestników z technikami rozwiązywania problemów matematycznych przy użyciu metod przybliżonych i obliczeń komputerowych. Omawiane są zagadnienia związane z błędami numerycznymi, stabilnością i zbieżnością algorytmów. Uczestnicy poznają metody rozwiązywania układów równań liniowych i nieliniowych, interpolacji, aproksymacji funkcji oraz całkowania i różniczkowania numerycznego. W ramach zajęć przedstawiane są również metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Istotnym elementem przedmiotu jest implementacja poznanych metod w językach programowania. Uczestnicy uczą się analizować dokładność i efektywność stosowanych algorytmów. Celem przedmiotu jest rozwinięcie umiejętności świadomego wyboru i implementacji metod numerycznych odpowiednich dla danego problemu obliczeniowego.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie projektu	40
Przygotowanie do zajęć	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Modele liniowe

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	--	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje twierdzenia i metody związane z estymacją w ogólnym modelu liniowym oraz w jego szczególnych przypadkach istotnych w praktyce.	K2_MAT_W01
PEU_W02	Formułuje twierdzenia i metody związane z testowaniem hipotez w ogólnym modelu liniowym oraz w jego szczególnych przypadkach istotnych w praktyce.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Wymienia metody porównań wielokrotnych: Scheffé, Bonferroniego, Tukeya, Newman-Keulsa oraz Duncana.	K2_MAT_W05
PEU_W04	Identyfikuje metody wnioskowania statystycznego w uogólnionym modelu liniowym.	K2_MAT_W01

PEU_W05	Rozróżnia metody wyboru zmiennych w modelu statystycznym.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Stosuje poznane procedury estymacji i testowania hipotez w ogólnym modelu liniowym oraz w jego szczególnych przypadkach istotnych w praktyce, korzystając z profesjonalnych pakietów oprogramowania statystycznego.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Stosuje poznane procedury porównań wielokrotnych, korzystając z profesjonalnych pakietów oprogramowania statystycznego.	K2_MAT_U01
PEU_U03	Stosuje poznane procedury wnioskowania statystycznego w uogólnionych modelach liniowych, korzystając z profesjonalnych pakietów oprogramowania do analizy danych.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Akceptuje potrzebę korzystania z literatury matematycznej.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie systematycznej i samodzielnej pracy w poszerzaniu swojej wiedzy i umiejętności matematycznych.	K2_MAT_K03
PEU_K03	Ma świadomość konsekwencji błędnej interpretacji danych.	K2_MAT_K04

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu analizy regresji, stanowiącej ważne narzędzie modelowania zależności między zmiennymi. Omawiane są modele regresji liniowej — zarówno jednowymiarowej, jak i wielowymiarowej — wraz z estymacją parametrów metodą najmniejszych kwadratów (OLS). Przedstawiane są właściwości estymatorów, takie jak nieobciążoność, efektywność i zgodność, oraz interpretacja współczynników regresji. Uczestnicy poznają miary dopasowania modelu, w tym współczynnik determinacji i jego wersję skorygowaną, a także metody analizy reszt w kontekście wykrywania heteroskedastyczności, autokorelacji i odchyień od normalności. Omawiane są również problemy współliniowości oraz sposoby ich eliminacji. W dalszej części zajęć przedstawiane są metody wyboru zmiennych objaśniających, takie jak regresja krokowa, regresja grzbietowa, metoda lasso i elastic net. Program obejmuje także wprowadzenie do uogólnionych modeli liniowych (GLM), w tym regresji logistycznej, probitowej i log-liniowej, oraz elementy wnioskowania bayesowskiego w tych modelach.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	30
Przygotowanie do zajęć	20
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Przetwarzanie sygnałów i analiza obrazów Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność algorytmy i sztuczna inteligencja Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przytacza najważniejsze pojęcia z zakresu komputerowego widzenia i słyszenia.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Wymienia typowe scenariusze zastosowania metod komputerowego widzenia i słyszenia.	K2_MAT_W05
PEU_W03	Rozróżnia typowe algorytmy i modele stosowane do komputerowego przetwarzania obrazu i dźwięku.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Stosuje odpowiednie metody wstępnego przetwarzania danych wizualnych i dźwiękowych na potrzeby algorytmów.	K2_MAT_U01

PEU_U02	Dobiera odpowiednie algorytmy i oprogramowanie do rozwiązywania problemów z zakresu komputerowego widzenia i słyszenia.	K2_MAT_U04
PEU_U03	Projektuje rozwiązania generujące obraz i dźwięk zgodnie z ustalonymi założeniami.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Identyfikuje problemy etyczne i merytoryczne związane z nierozważnym wykorzystywaniem narzędzi generujących obraz i dźwięk.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Wykazuje inicjatywę w znajdowaniu informacji na temat nowych rozwiązań w dziedzinie komputerowego przetwarzania obrazu i dźwięku.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują ogólną wiedzę z zakresu komputerowego przetwarzania obrazów (statycznych i nieruchomych) oraz dźwięków. Przedmiot przedstawia historię i pojęcia związane z komputerowym widzeniem i słyszeniem oraz rozwiązywanie takich problemów, jak klasyfikacja obrazów i wykrywanie obiektów na zdjęciach. Szczególnym przedmiotem zainteresowania są algorytmy uczenia maszynowego wykorzystywane w tych zastosowaniach. Z drugiej strony przedstawiane są algorytmy generowania obrazu i dźwięku za pomocą sieci neuronowych. Kolejnym zagadnieniem jest kwestia wspólnego przetwarzania i "rozumienia" danych różnego typu (obraz, dźwięk, tekst).

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Laboratorium	30
Projekt	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	25
Przygotowanie projektu	25
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Statystyka obliczeniowa Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje najważniejsze metody generowania zmiennych losowych: m.in. metodę transformacji, metodę akceptacji i odrzuceń, metodę adaptacyjnego próbkowania eliminacyjnego.	K2_MAD_W01, K2_MAT_W01
PEU_W02	Rozpoznaje różne numeryczne metody wyznaczania estymatorów największej wiarygodności parametrów wykładniczych rodzin rozkładów, takie jak m.in. metoda bisekcji, metoda Newtona, metoda największego spadku, metoda coordinate ascent oraz algorytm Newtona-Raphsona.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W05

PEU_W03	Identyfikuje numeryczne metody wyznaczania estymatorów parametrów nieliniowych funkcji regresji oraz uogólnionych modeli liniowych, takie jak: algorytm Gaussa-Newtona, algorytm Levenberga-Marquardta, metoda Newtona, metoda scoring oraz metody quasi-Newtona.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W04	Rozpoznaje algorytm Expectation-Maximization (EM).	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
PEU_W05	Identyfikuje metody Monte Carlo generowania wektorów losowych w oparciu o łańcuch Markowa.	K2_MAD_W02, K2_MAT_W01
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Stosuje poznane metody generowania zmiennych losowych do modelowania statystycznego.	K2_MAD_U01, K2_MAT_U01
PEU_U02	Wykorzystuje algorytm EM w estymacji największej wiarygodności parametrów wykładniczych modeli statystycznych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Stosuje poznane metody Monte Carlo oparte na łańcuchu Markowa do wyznaczania bayesowskich procedur wnioskowania statystycznego.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U04	Wykorzystuje profesjonalne pakiety matematyczne i statystyczne do komputerowego modelowania problemu statystycznego i wykonywania obliczeń numerycznych.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia potrzebę korzystania z literatury fachowej.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie systematycznej i samodzielnej pracy nad poszerzaniem swojej wiedzy oraz doskonaleniem umiejętności matematycznych.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03
PEU_K03	Dbą o staranną interpretację danych.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K04

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu metod numerycznych stosowanych w statystyce matematycznej. Omawiane są najważniejsze sposoby generowania zmiennych losowych, w tym metoda transformacji, metoda akceptacji i odrzuceń oraz metoda adaptacyjnego próbkowania eliminacyjnego. Uczestnicy poznają techniki numerycznego wyznaczania wektora estymatorów największej wiarygodności dla parametrów wykładniczych rodzin rozkładów. Szczególna uwaga poświęcona jest algorytmowi Expectation-Maximization (EM) oraz jego zastosowaniom w estymacji za pomocą metody największej wiarygodności, gdy w modelu pojawiają się zmienne ukryte albo brakujące dane. W dalszej części zajęć przedstawiane są numeryczne metody estymacji parametrów nieliniowych funkcji regresji, w tym algorytmy Gaussa-Newtona oraz Levenberga-Marquardta, a także metody wyznaczania parametrów uogólnionych modeli liniowych, takie jak metoda Newtona, metoda scoringowa i metody quasi-Newtonowskie. Program obejmuje również wprowadzenie do metod Monte Carlo opartych na łańcuchach Markowa (MCMC), szeroko stosowanych w nowoczesnym wnioskowaniu statystycznym.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30

Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Statystyka w finansach i ubezpieczeniach Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje rozkłady stosowane w modelowaniu ryzyka.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W02	Opisuje miary ryzyka i metody ich estymacji.	K2_MAD_W02, K2_MAT_W04
PEU_W03	Przedstawia metody budowy i weryfikacji modeli scoringowych.	K2_MAD_W01, K2_MAT_W01
PEU_W04	Opisuje modele napływu roszczeń.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W04

PEU_W05	Przedstawia metody wyznaczania składki ubezpieczeniowej.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje i weryfikuje modele scoringowe.	K2_MAD_U01, K2_MAT_U01
PEU_U02	Prognozuje wysokość składki ubezpieczeniowej.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Szacuje parametry rozkładów stosowanych w modelowaniu ryzyka.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U04	Szacuje miary ryzyka.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
PEU_U05	Konstruuje i testuje modele napływu roszczeń.	K2_MAD_U01, K2_MAT_U01
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do korzystania z literatury zalecanej do przedmiotu oraz samodzielnego wyszukiwania dodatkowych materiałów w celu poszerzenia swojej wiedzy.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Jest otwarty na twórcze współdziałanie w grupie i budowanie pozytywnych więzi emocjonalnych z jej członkami.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03
PEU_K03	Dbą o staranną interpretację i prezentację rezultatów w formie pisemnej i ustnej.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K04

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują pojęcia i wiedzę z zakresu statystyki matematycznej i jej zastosowań w matematyce finansowej oraz w matematyce ubezpieczeniowej. Po przedstawieniu informacji na temat rozkładów o ciężkich i o długich ogonach, pierwszym z omawianych zagadnień z matematyki finansowej będą miary ryzyka oraz sposoby ich estymacji punktowej i przedziałowej. Szczególnie zaakcentowane, z uwagi na ich istotność w zarządzaniu ryzykiem w instytucjach finansowych, zostaną: wartość narażona na ryzyko (Value at Risk) oraz jej warunkowa wersja (Conditional Value at Risk). Następnie omówimy metody budowy modeli scoringowych z wykorzystaniem modeli regresji oraz pojęć takich jak WoE (Weights of Evidence) oraz IV (Information Value). Zaprezentowane zostaną różne sposoby weryfikacji modeli scoringowych (obejmujące metody oparte na macierzy pomyłek, miarach rozdzielania oraz estymacji krzywej ROC i związanych z nią indeksów) oraz sposoby wyboru optymalnego punktu odcięcia. W zakresie zastosowań statystyki w matematyce ubezpieczeniowej opiszemy modele napływu roszczeń z wykorzystaniem punktowych procesów znakowanych. Przedstawione zostaną typowe rozkłady wykorzystywane do modelowania wielkości portfela ubezpieczeń oraz metody ich symulacji. Omówimy również sposoby wyznaczania wysokości składki ubezpieczeniowej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Laboratorium	30
Projekt	15
Przygotowanie do zajęć	15

Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	20
Przygotowanie projektu	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Technologie webowe w procesie analityki danych Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Objaśnia praktyczne, prawne i etyczne aspekty pozyskiwania danych z aplikacji webowych.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
PEU_W02	Przedstawia zasady działania aplikacji webowych.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W03	Wymienia narzędzia i biblioteki służące do integracji technologii webowych w proces analityki.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Wykorzystuje dane z aplikacji webowych na różne sposoby.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03

PEU_U02	Tworzy aplikację webową z interaktywną wizualizacją danych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Opracowuje automatyczny proces analityczny wykorzystujący technologie webowe na wejściu i wyjściu procesu.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest przygotowany do zdobywania nowych kompetencji i współpracy z przedstawicielami innych zawodów.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Jest przygotowany do pracy zespołowej.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe dotyczą wykorzystania technologii webowych w pracy analityka. Rozważane jest zarazem wykorzystanie technologii webowych jako źródło danych do analizy, czyli tak zwane scrapowanie, jak i wykorzystanie technologii webowych do prezentowania wyników, czyli tworzenie tak zwanych dashboardów. Przedmiot zawiera rozważania na temat praktycznych i etycznych aspektów pozyskiwania danych ze stron internetowych. Poruszane są również aspekty techniczne i estetyczne dotyczące tworzenia funkcjonalnych i czytelnych wizualizacji on-line. Zwieńczeniem przedmiotu jest projekt grupowy, w którym uczestnicy zajęć integrują technologie webowe w procesie analizy danych, zarazem jako źródło danych, jak i nośnik dla gotowych wizualizacji.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Laboratorium	30
Projekt	15
Przygotowanie projektu	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	10
Przygotowanie do zajęć	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Teoria mnogości Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Wymienia i objaśnia aksjomaty ZFC.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Analizuje konsekwencje aksjomatów ZFC oraz przedstawia zależności wybranych twierdzeń w obrębie formalnego systemu.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Formułuje i dowodzi twierdzenia (narzędzia) wykorzystywane w teorii mnogości oraz przedstawia ich zastosowania.	K2_MAT_W05, K2_MAT_W06
PEU_W04	Identyfikuje i omawia współczesne kierunki rozwoju teorii mnogości oraz wybrane najnowsze osiągnięcia badawcze, wskazując ich znaczenie dla innych działów matematyki i informatyki teoretycznej.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Posługuje się narzędziami teoriomnogościowymi.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Wykorzystuje dodatkowe aksjomaty (np. CH, Aksjomat Martina), by udowodnić niesprzeczność pewnej tezy.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Docenia potrzebę studiowania teorii mnogości w celu lepszego poznania całej matematyki.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Stosuje zasady rzetelności i uczciwości intelektualnej w formułowaniu dowodów, interpretacji twierdzeń i cytowaniu wyników.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot omawia aksjomaty współczesnej teorii mnogości, czyli teorii ZFC. Prezentowane są narzędzia teoriomnogościowe znajdujące zastosowanie także w innych działach matematyki. Wprowadzone zostają liczby porządkowe i kardynalne oraz dowodzone ich własności. Omawiane są metody indukcji i rekursji pozaskończonej.

Przedstawione zostają przestrzenie polskie wraz z ich strukturą topologiczną i teorio-miarową. Wprowadzone są współczynniki kardynalne ideałów na przestrzeniach polskich oraz omówione zależności pomiędzy nimi.

Ponadto zaprezentowane są wybrane dodatkowe aksjomaty teorii mnogości – hipoteza continuum (CH), aksjomat Martina i jego warianty – wraz z omówieniem ich konsekwencji.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	27
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	8
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Wnioskowanie statystyczne dla procesów stochastycznych Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje, identyfikuje oraz uzasadnia własności regularnych modeli statystycznych oraz asymptotycznej efektywności estymatorów.	K2_MAD_W06, K2_MAT_W06
PEU_W02	Kategoryzuje rodzaje modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych, rozróżnia obserwacje ciągłe, dyskretne, oraz obserwacje wysokiej częstotliwości, dobiera adekwatne modele dla dostępnych danych.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
PEU_W03	Formułuje własność Lokalnej Asymptotycznej Normalności, uzasadnia tę własność dla wybranych modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W06

PEU_W04	Formułuje twierdzenia graniczne dla procesów stochastycznych, wybiera twierdzenia graniczne niezbędne do analizy poszczególnych modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Dostosowuje metody analizy statystycznej do konkretnego zbioru danych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U02	Analizuje zaproponowaną metodę analizy statystycznej, zwłaszcza z wykorzystaniem twierdzeń granicznych dla procesów stochastycznych.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
PEU_U03	Weryfikuje zaproponowaną metodę analizy statystycznej z wykorzystaniem metod numerycznych.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest odpowiedzialny za zdobywanie wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03
PEU_K02	Docenia potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu statystyki procesów stochastycznych. Opracowane są zagadnienia związane z regularnymi modelami statystycznymi oraz asymptotyczną efektywnością estymatorów. Omawiane są zagadnienia związane z rodzajami modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych: obserwacje ciągłe/dyskretnie, obserwacje wysokiej częstotliwości. Opracowane są zagadnienia związane z rozkładami procesów stochastycznych, niezbędne do analizy funkcji wiarygodności dla modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych: procesy Markowa, twierdzenie Girsanova. Prezentowana jest również własność Lokalnej Asymptotycznej Normalności, w szczególności dla modeli statystycznych powstałych z obserwacji procesów stochastycznych. W ramach przedmiotu omawiane są również twierdzenia graniczne dla procesów stochastycznych oraz ich zastosowania do analizy statystycznej: centralne twierdzenie graniczne dla martyngałów oraz ergodycznych procesów Markowa, stabilna zbieżność do mieszanych rozkładów normalnych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie projektu	25
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	25
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Wykład monograficzny 1 Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje pojęcia, przedstawia i dowodzi twierdzenia z wybranego obszaru współczesnej matematyki.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W02	Przytacza najnowsze wyniki i kierunki badań w danej dziedzinie.	K2_MAD_W06, K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Analizuje złożone twierdzenia matematyczne w wybranej dziedzinie.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U02	Interpretuje literaturę naukową w wybranej dziedzinie.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04

PEU_U03	Rozwiązuje zaawansowane zadania i problemy w wybranej dziedzinie matematyki.	K2_MAD_U05, K2_MAD_U06, K2_MAT_U03, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest otwarty na współpracę w grupie; rozwiązuje problemy biorąc udział w dyskusji naukowej.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Jest zdolny do dalszego samokształcenia i pracy badawczej.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot poświęcony jest zapoznaniu uczestników z wybraną, zaawansowaną dziedziną współczesnej matematyki. Przedstawione zostaną aktualne wyniki, metod i problemy badawczych w danym obszarze. Ponadto rozwijanie będą umiejętności analizy i krytycznej oceny twierdzeń matematycznych. Doskonalone będą również umiejętności rozwiązywania złożonych zadań i samodzielnego studiowania literatury specjalistycznej. Przedstawiane treści i problemy będą przygotowywać do pracy naukowo-badawczej lub analitycznej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	20
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10
Przeprowadzenie badań literaturowych	10
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Wykład monograficzny 2 Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje pojęcia, przedstawia i dowodzi twierdzenia z wybranego obszaru współczesnej matematyki.	K2_MAD_W06, K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W02	Przytacza nowoczesne metody badawcze i obliczeniowe stosowane w matematyce i jej zastosowaniach.	K2_MAD_W06, K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Analizuje, dowodzi i interpretuje złożone twierdzenia lub wyniki matematyczne.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03

PEU_U02	Wykorzystuje z narzędzia obliczeniowe i programistyczne w analizie problemów matematycznych.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
PEU_U03	Opracowuje projekt lub analizę problemu z wykorzystaniem metod omawianych na zajęciach.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Wykazuje samodzielność i odpowiedzialność w pracy badawczej i projektowej.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01
PEU_K02	Współpracuje w zespole i prezentuje wyniki swojej pracy w sposób zrozumiały.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot poświęcony jest zapoznaniu uczestników z wybraną, zaawansowaną dziedziną współczesnej matematyki. Przedstawione zostaną aktualne wyniki, metody i problemy badawcze w danym obszarze.

Rozwijane będą umiejętności analizy i krytycznej oceny twierdzeń oraz doskonalone będą zdolności rozwiązywania złożonych zadań i samodzielnego studiowania literatury specjalistycznej.

W ramach prac laboratoryjnych uczestnicy będą mieli okazję do praktycznego zastosowania teorii, np. poprzez implementację algorytmów lub analizę przypadków z użyciem narzędzi obliczeniowych.

Prezentowane treści i problemy mają za zadanie przygotować uczestników do pracy naukowo-badawczej lub analitycznej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Laboratorium	30
Przygotowanie do zajęć	20
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	10
Przeprowadzenie badań literaturowych	10
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Zaawansowane sieci neuronowe

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Wydział Matematyki - przedmioty wybieralne Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Laboratorium: 30 Projekt: 15	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje kluczowe pojęcia teoretyczne (neuron, funkcja kosztu, entropia).	K2_MAD_W06, K2_MAT_W06
PEU_W02	Opisuje algorytmy gradientu, propagacji wstecznej i optyimizacji.	K2_MAD_W08, K2_MAT_W06
PEU_W03	Wymienia nowoczesne modele sieciowe i ich typowe zastosowania.	K2_MAD_W07, K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Przygotowuje dane i wykorzystuje biblioteki programistyczne służące do wdrażania sieci neuronowych (TensorFlow, Keras).	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03

PEU_U02	Konstruuje sieć neuronową adekwatną do danego zadania.	K2_MAD_U05, K2_MAT_U03
PEU_U03	Stosuje statystyczne metody ewaluacji sieci neuronowych i analizuje osiągnięte rezultaty.	K2_MAD_U06, K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do pracowania w zespole i komunikowania osiągniętych rezultatów w formie pisemnej i ustnej.	K2_MAD_K03, K2_MAT_K03
PEU_K02	Poszukuje aktualnej literatury potrzebnej do realizacji zagadnień związanych z zaawansowanymi sieciami neuronowymi.	K2_MAD_K01, K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Program zajęć obejmie zagadnienia dotyczące mechanizmów działania sieci neuronowych oraz algorytmów ich uczenia. Uczestnicy poznają również nowoczesne typy architektur sieci neuronowych. Przedmiot pozwoli zdobyć praktyczne umiejętności w zakresie konstruowania i doboru odpowiednich sieci neuronowych do konkretnych zastosowań. Ważnym elementem będzie także poznanie metod efektywnego trenowania modeli. Uczestnicy zapoznają się z przykładami wykorzystania sieci neuronowych w analizie danych, rozpoznawaniu obrazów oraz przetwarzaniu języka naturalnego.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Laboratorium	30
Projekt	15
Przygotowanie do zajęć	20
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Przygotowanie projektu	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Uczenie głębokie ze wzmocnieniem Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność algorytmy i sztuczna inteligencja Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy specjalnościowy Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	---

Semestr Semestr 1	Forma zaliczenia Egzamin Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Projekt: 15 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
-----------------------------	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje kluczowe pojęcia uczenia przez wzmocnianie (środowisko, agent, stan, nagroda itp.).	K2_MAT_W06
PEU_W02	Objaśnia rolę decyzyjnych procesów Markowa w uczeniu przez wzmocnianie.	K2_MAT_W05
PEU_W03	Opisuje metody modelowe uczenia przez wzmocnianie.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Opisuje metody bezmodelowe uczenia przez wzmocnianie.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Identyfikuje modele matematyczne adekwatne dla danych zjawisk rzeczywistych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Implementuje algorytmy uczenia przez wzmacnianie.	K2_MAT_U04
PEU_U03	Stosuje metody ewaluacji modeli i analizuje osiągnięte rezultaty.	K2_MAT_U05
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do pracowania w zespole i komunikowania osiągniętych rezultatów w formie pisemnej i ustnej.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Poszukuje aktualnej literatury potrzebnej do realizacji zagadnień związanych z uczeniem przez wzmacnienie.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Samodzielnie podejmuje inicjatywę i odpowiedzialnie realizuje projekty.	K2_MAT_K07

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Program obejmuje ogólną wiedzę z zakresu uczenia przez wzmacnianie (ang. reinforcement learning). Szczególny nacisk położony zostanie na metody modelowe i bezmodelowe, w tym te wykorzystujące uczenie głębokie. Uczestnicy poznają zasady działania agentów uczących się poprzez interakcję ze środowiskiem. Omówione zostaną techniki równoważenia eksploracji i eksploatacji w procesie uczenia. Zaprezentowane zostaną także praktyczne zastosowania uczenia przez wzmacnianie w różnych dziedzinach.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Projekt	15
Przygotowanie do zajęć	20
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	11
Przygotowanie projektu	15
Laboratorium	30
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Język obcy 2.1

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów lektoraty Specjalność - Jednostka organizacyjna Politechnika Wrocławska Poziom kształcenia studia drugiego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Języki obce
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Ćwiczenia: 30 godz., 2 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu minimum B2 wg Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego; zna, rozumie i stosuje środki językowe (gramatyczne, leksykalne i stylistyczne) z języka akademickiego, specjalistycznego i technicznego stosowane w dziedzinie studiowanego kierunku oraz w środowisku akademickim i zawodowym; porozumiewa się w środowisku interkulturowym i zawodowym; rozumie i posiada umiejętność analizy obcojęzycznych tekstów specjalistycznych; doskonali swoje umiejętności w obszarze języka specjalistycznego i akademickiego.	SJO_S2_U01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

B2 plus język angielski, francuski, hiszpański, niemiecki

C1 plus język angielski

Ogólne treści kształcenia

Kształcenie oraz pogłębianie kompetencji komunikacyjnych w środowisku akademickim i zawodowym.

Interakcja adekwatna dla właściwego poziomu kompetencji językowych, np. własny profil studenta dla celów akademickich i zawodowych. Pogłębianie kompetencji twórczych, odbiorczych i interaktywnych w zespole.

Język w komunikacji na polu specjalistycznym i zawodowym we współczesnym świecie. Komunikacja werbalna i niewerbalna – swobodne funkcjonowanie w środowisku interkulturowym, prowadzenie dyskursu, polemiki, analiza tekstów specjalistycznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	30
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 60



Algebra abstrakcyjna Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje struktury algebraiczne.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Objaśnia zastosowania abstrakcyjnych struktur algebraicznych.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Wykorzystuje poznane struktury algebraiczne.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Wskazuje analogie (izomorfizmy) między różnymi strukturami algebraicznymi oraz wykorzystuje to.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Rozwiązuje równania diofantyczne.	K2_MAT_U03

PEU_U04	Buduje modele abstrakcyjne odpowiadające napotkanym zjawiskom.	K2_MAT_U03
PEU_U05	Formułuje zagadnienia w postaci abstrakcyjnej i je analizuje.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zdolny do docierania do literatury naukowej i korzystania z niej.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Jest zdolny do współpracy z grupą osób pracujących nad danym problemem.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu algebry abstrakcyjnej. Omawiane są zagadnienia związane z fundamentalnymi konstrukcjami algebraicznymi oraz wprowadzeniem do teorii Galois. Prezentowane są algorytmy rozwiązywania równań diofantycznych oraz wyznaczania reszt kwadratowych. Pozwalają na nabycie umiejętności abstrakcyjnego myślenia. Prowadzą również do opanowania umiejętności wykonywania abstrakcyjnych obliczeń.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	20
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Analiza harmoniczna Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje twierdzenia dotyczące szeregów Fouriera i transformaty Fouriera na przestrzeniach euklidesowych oraz ich zastosowania.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Posługuje się transformatą Hilberta i twierdzeniami o jej własnościach.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Wykorzystuje narzędzia analizy harmonicznej, w tym twierdzenia interpolacyjne i operatory maksymalne, przestrzenie Hardy'ego.	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Wyznacza szeregi Fouriera i transformaty Fouriera typowych funkcji i wykorzystuje własności tych transformat.	K2_MAT_U03

PEU_U02	Stosuje poznane w ramach zajęć twierdzenia dotyczące transformaty Hilberta.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Wykorzystuje poznane na wykładzie narzędzia analizy harmonicznej.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Korzysta z literatury naukowej, dociera do materiałów źródłowych oraz dokonuje ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Samodzielnie i systematycznie pracuje nad opanowaniem materiału.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot obejmuje najważniejsze pojęcia i narzędzia analizy harmonicznej. Rozpoczyna się od klasycznej teorii szeregów Fouriera i przeglądu rezultatów dotyczących ich zbieżności punktowej i normowej. Druga część zawiera analogiczne ujęcie transformaty Fouriera. Bardziej zaawansowane twierdzenia wymagają wprowadzenia kolejnych klasycznych pojęć. Na kolejnych zajęciach omawiane są więc twierdzenia interpolacyjne, operatory maksymalne, teoria Littlewooda–Paley oraz transformaty Hilberta. Ostatnimi zagadnieniami poruszonymi na wykładzie są przestrzenie Hardy'ego i BMO oraz klasy A_p Muckenhoupta.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	20
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Analiza rzeczywista i zespolona Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Wyjaśnia pojęcie wahanja i absolutnej ciągłości funkcji i twierdzenie Lebesgue'a o różniczkowalności całki.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Przedstawia definicję i własności transformaty Fouriera.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Wymienia definicję i najważniejsze własności miary i wymiaru Hausdorffa w przestrzeni metrycznej.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Rozpoznaje związki między faktami z tego przedmiotu i pojęciami z innych działów matematyki.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Weryfikuje, czy dana funkcja ma wahanie skończone, czy jest absolutnie ciągła, i oblicza jej pochodną.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Szacuje miarę i wymiar Hausdorffa pewnych przestrzeni, i wyciąga z tego wnioski.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Analizuje związki faktów z tego przedmiotu z innymi działami matematyki.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zorientowany na korzystanie z literatury naukowej, w tym docieranie do materiałów źródłowych oraz dokonywanie ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Szanuje zasady zdobywania wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Celem przedmiotu jest usystematyzowanie i pogłębienie posiadanej wiedzy z zakresu teorii miary i analizy funkcjonalnej, oraz poznanie jej zastosowań w teorii funkcji rzeczywistych i zespolonych. Pierwszy etap to przypomnienie pewnych własności miary i całki Lebesgue'a. Następnie rozwija się teorię, opartą na rozkładzie Lebesgue'a - Radona - Nikodyma, różniczkowania i całkowania funkcji na przestrzeniach euklidesowych. Dalej przechodzi się do transformacji Fouriera, mając na względzie jej zastosowania, na przykład, przy rozwiązywaniu równań różniczkowych. Końcowy fragment to wprowadzenie do teorii i zastosowań miary i wymiaru Hausdorffa.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	10
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	18
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	18
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Ewolucje dyskretne Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Definiuje pojęcia dotyczące jednorodnych w czasie łańcuchów Markowa z czasem dyskretnym i związanych z nimi półgrup Feynmana-Kaca oraz opisuje ich strukturę i własności.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Klasyfikuje spacery losowe na grafach o skończonej geometrii oraz wskazuje różnice wynikające z lokalności i nielokalności generatora.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Przytacza definicje rozkładów nieskończenie podzielnych i opisuje procedurę subordynacji dyskretnej.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Uzasadnia znaczenie pojęć podwykładniczości i spłotowej równoważności rozkładów dyskretnych oraz własności bezpośredniego kroku łańcuchów Markowa.	K2_MAT_W05

Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Analizuje łańcuchy Markowa o przeliczalnych przestrzeniach stanów oraz związane z nimi dyskretne operatory liniowe.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Konstruuje półgrupy Feynmana-Kaca z czasem dyskretnym oraz interpretuje ich znaczenie w analizie dyskretnych operatorów Schrödingera.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Bada własności analityczne i ergodyczne półgrup Feynmana-Kaca z potencjałem wiążącym i szacuje ich funkcje własne.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Współpracuje w zespole badawczym przy analizie problemów teoretycznych i obliczeniowych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Krytykuje i weryfikuje wyniki własnych oraz cudzych analiz w oparciu o zasady rzetelności naukowej.	K2_MAT_K03
PEU_K03	Organizuje własną pracę i dostosowuje metody analizy do złożoności problemu.	K2_MAT_K01
PEU_K04	Identyfikuje potrzebę ciągłego poszerzania wiedzy z zakresu teorii procesów losowych i operatorów.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot poświęcony jest teorii i zastosowaniom jednorodnych w czasie łańcuchów Markowa z czasem dyskretnym, definiowanych na nieskończonych, przeliczalnych przestrzeniach stanów, oraz związanym z nimi półgrupom Feynmana-Kaca. W części wprowadzającej omawiane są spacery losowe na nieskończonych grafach o skończonej geometrii i ich uogólnienia na przestrzenie jednostajnie dyskretne. Szczególną uwagę poświęca się również procedurze subordynacji dyskretnej oraz dyskretnym rozkładom nieskończenie podzielny.

Program przedmiotu obejmuje ponadto zagadnienia podwykładniczości i splotowej równoważności rozkładów dyskretnych, a także własność bezpośredniego kroku w łańcuchach Markowa. W drugiej części przedmiotu analizowane są konstrukcje i własności półgrup Feynmana-Kaca z czasem dyskretnym, ich interpretacje probabilistyczne oraz związki z dyskretnymi operatorami Schrödingera i modelem oscylatora dyskretnego.

Szczegółowo badane są oszacowania funkcji harmonicznych operatora Feynmana-Kaca z potencjałem wiążącym, w tym zachowanie funkcji własnych, a także transformacja Dooba dla łańcuchów Markowa definiowanych przez tego typu półgrupy. Ostatnia część przedmiotu poświęcona jest kontraktywności i ergodyczności odpowiadających im półgrup ewolucyjnych, co pozwala na pełniejsze zrozumienie ich własności dynamicznych i probabilistycznych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Zaliczenie/Egzamin	2
Przygotowanie do zajęć	23
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	25
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Funkcje specjalne Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka	Cykl kształcenia 2026/2027
Specjalność matematyka teoretyczna	Grupa zajęć Tak
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier)	Obligatoryjność Wybieralny
Forma studiów studia stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe
Profil studiów profil ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 5.0
	Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje funkcje specjalne.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Opisuje asymptotyki niektórych funkcji specjalnych.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Wyjaśnia zastosowania funkcji specjalnych, jak funkcji Bessela czy funkcje eliptyczne, w innych działach matematyki.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Demonstruje zastosowania funkcji Bessela w równaniach różniczkowych cząstkowych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Stosuje funkcje i całki eliptyczne w innych działach matematyki.	K2_MAT_U03

PEU_U03	Wykorzystuje funkcje specjalne w różnych działach nauki.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest odpowiedzialny za zdobywanie wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Jest zorientowany na korzystanie z literatury naukowej, w tym docieranie do materiałów źródłowych oraz dokonywanie ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K01
PEU_K04	Respektuje obyczaje i zasady obowiązujące w środowisku akademickim.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu teorii i zastosowań funkcji specjalnych. Rozpoczyna się od przypomnienia i usystematyzowania rozszerzenia wiedzy o funkcjach Gamma i Beta Eulera. Prezentowana jest ogólna teoria wielomianów ortogonalnych, i jej szczególne przypadki, jak na przykład wielomiany Legendre'a. Funkcje Bessela przedstawiane są zarówno w ujęciu teoretycznym jak i z punktu widzenia zastosowań do rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. Podobnie, całki i funkcje eliptyczne rozpatruje się też w kontekście zastosowań przy rozwiązywaniu równań różniczkowych zwyczajnych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	18
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	13
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Geometria różniczkowa

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje pojęcie i podaje przykłady rozmaiłości różniczkowych, map, atlasów i lokalnych układów współrzędnych. Przytacza definicje wektora stycznego, pola wektorowego, pola tensorowego.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Formułuje i objaśnia teorię koneksji liniowej: definicje pochodnej kowariantnej i przeniesienia równoległego wzdłuż krzywej, geodezyjnej, torsji oraz krzywizny koneksji.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Opisuje elementy teorii rozmaiłości riemannowskich i pseudoriemannowskich: podaje definicję metryki (psudo)riemannowskiej, wymienia typy rozmaiłości, podaje ich własności i przykłady.	K2_MAT_W05

Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Wykonuje i interpretuje operacje na wektorach, polach wektorowych oraz polach tensorowych zdefiniowanych na rozmaitościach różniczkowych.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Rozwiązuje problemy dotyczące wyznaczania własności koneksji liniowej oraz geodezyjnych, a także interpretuje i opisuje operację przeniesienia równoległego na rozmaitościach.	K2_MAT_U04
PEU_U03	Stosuje metody analityczne i algebraiczne do obliczania i interpretacji wielkości geometrycznych (m.in. krzywizny Riemanna i Ricciego) na rozmaitościach (pseudo)riemannowskich oraz bada zależności między różnymi typami rozmaitości.	K2_MAT_U03
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Doskonali twórcze podejście do problemów matematycznych: poszukuje innowacyjnych i efektywnych sposobów rozwiązywania zadań.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Udziela wsparcia innym uczestnikom w zrozumieniu trudnych zagadnień matematycznych lub rozwiązań zadań z geometrii różniczkowej.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Efektywnie planuje i organizuje pracę, aby przygotować się do zajęć i sprawdzianów.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

W ramach przedmiotu analizowana jest teoria rozmaitości różniczkowych oraz struktury geometryczne definiowane na nich. Prezentowane są własności gładkich rozmaitości różniczkowych. Omawiane są narzędzia geometrii różniczkowej. Wykorzystywane są do badania lokalnych i globalnych własności rozmaitości różniczkowych. W dalszej części przedmiotu prezentowane są elementy geometrii riemannowskiej i pseudoriemannowskiej. Przedstawiane są powiązania między strukturą geometryczną rozmaitości a jej własnościami analitycznymi i topologicznymi.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	16
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	10
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	12
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Zaliczenie/Egzamin	2
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia zastosowania metod analizy funkcjonalnej do rozwiązywania eliptycznych i parabolicznych równań różniczkowych cząstkowych.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Formułuje twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań dla równań różniczkowych cząstkowych.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Objaśnia definicję formy Dirichleta oraz reprezentację Beurling-Deny'ego.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Analizuje związki między analizą funkcjonalną a równaniami różniczkowymi cząstkowymi.	K2_MAT_U03

PEU_U02	Demonstruje związki między formami kwadratowymi a półgrupami operatorów markowskich.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Wykorzystuje związki pomiędzy równaniami cząstkowymi a procesami stochastycznymi.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zorientowany na korzystanie z literatury naukowej, w tym docieranie do materiałów źródłowych oraz dokonywanie ich przeglądu.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału przedmiotu.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Jest odpowiedzialny za zdobywanie wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAT_K03
PEU_K04	Respektuje obyczaje i zasady obowiązujące w środowisku akademickim.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują zastosowanie zarówno metod analizy funkcjonalnej jak i teorii operatorów Markowa do badania równań różniczkowych cząstkowych. Przedstawiane są główne pojęcia z teorii przestrzeni Sobolewa. Pokazywane są zastosowania oszacowań przy dowodzeniu istnienia rozwiązań równań cząstkowych. Prezentowane są związki między formami Dirichleta i półgrupami operatorów Markowa. Omawiane są zasadnicze pojęcia teorii potencjału, jak miara harmoniczna, czy funkcja Greena.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	16
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Teoria potencjału procesów Markowa Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	--

Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
---	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje własności procesów Markowa i pólgrup związanych z procesami Markowa.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Objaśnia własności jąder Poissona i funkcji Greena dla procesów Markowa. Formułuje wzór Ikedy-Watanabe.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Identyfikuje uogólnione operatory Schrödingera.	K2_MAT_W06
PEU_W04	Objaśnia nierówność Harnacka i twierdzenie o funkcji próbkowej dla uogólnionych operatorów Schrödingera	K2_MAT_W06
Z zakresu umiejętności		

PEU_U01	Szacuje jądro Poissona, funkcję Greena, gęstość prawdopodobieństwa przejścia dla pewnych klas procesów Markowa dla obszarów gładkich.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Rozwiązuje problem Dirichleta dla procesów stabilnych dla prostych obszarów.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Bada własności rozwiązań uogólnionych równań Schrödingera.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest odpowiedzialny za zdobywanie wiedzy w sposób uczciwy.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Dostrzega potrzebę krytycznej oceny własnej wiedzy oraz stałego samokształcenia.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu nowoczesnej probabilistycznej teorii potencjału. Omawiane są pojęcia związane z procesami Markowa w tym własność Markowa, gęstość prawdopodobieństwa przejścia, generator i potencjał. Przedstawiane są również własności funkcji harmonicznych i funkcji Greena dla procesów Markowa na obszarach. Dokładnie omawiane są także uogólnione operatory Schrödingera i odpowiadające im półgrupy Feynmana-Kaca. Pozwala to na zdobycie umiejętności rozwiązywania zagadnień brzegowych dla powyższych operatorów Schrödingera.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	20
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	20
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Metody probabilistyczne w teorii algorytmów

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka	Cykl kształcenia 2026/2027
Specjalność -	Grupa zajęć Tak
Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki	Języki wykładowe polski
Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier)	Obligatoryjność Obowiązkowy
Forma studiów studia stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe
Profil studiów profil ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak

Semestr Semestr 1	Forma zaliczenia Egzamin	Liczba punktów ECTS 7.0
	Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30 Laboratorium: 15	

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje i wyjaśnia w pogłębionym stopniu zaawansowane metody probabilistyczne wykorzystywane w teorii algorytmów, w tym modele losowe oraz ich własności formalne.	K2_MAT_W01
PEU_W02	Wyjaśnia, uzasadnia i krytycznie ocenia probabilistyczne techniki dowodowe stosowane w teorii algorytmów, w szczególności metodę probabilistyczną, wraz z ich ograniczeniami i zakresem stosowalności.	K2_MAT_W01
PEU_W03	Analizuje i interpretuje zastosowanie narzędzi probabilistycznych i metod statystycznych w badaniu złożoności obliczeniowej algorytmów losowych i przybliżonych.	K2_MAT_W01

PEU_W04	Opisuje i wyjaśnia w pogłębionym stopniu zaawansowane techniki probabilistyczne stosowane w analizie własności algorytmów, w tym lokalny lemat Lovásha, proces Galtona-Watsona oraz równania odnowienia.	K2_MAT_W03
PEU_W05	Analizuje i interpretuje zastosowanie metod stochastycznych, w szczególności sprzężenia łańcuchów Markowa, w badaniu zbieżności i własności losowych algorytmów.	K2_MAT_W03
PEU_W06	Wyjaśnia, porównuje i ocenia skuteczność oraz ograniczenia wybranych technik probabilistycznych w badaniu własności algorytmów, dobierając je adekwatnie do analizowanego problemu algorytmicznego.	K2_MAT_W03
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Dobiera i stosuje odpowiednie narzędzia probabilistyczne oraz modele losowe do analizy własności konkretnego algorytmu, w tym jego poprawności, złożoności oraz zachowania asymptotycznego.	K2_MAT_U01
PEU_U02	Wykorzystuje zaawansowane metody probabilistyczne i statystyczne do rozwiązywania problemów teoretycznych związanych z algorytmami losowymi oraz algorytmami przybliżonymi.	K2_MAT_U01
PEU_U03	Projektuje i przeprowadza analizę algorytmu z użyciem narzędzi probabilistycznych, interpretując uzyskane wyniki oraz formułując wnioski istotne z punktu widzenia zastosowań praktycznych.	K2_MAT_U01
PEU_U04	Implementuje wybrane algorytmy zrandomizowane i przeprowadza ich empiryczną analizę oraz testy.	K2_MAT_U05
PEU_U05	Testuje stawiane hipotezy za pomocą symulacji i weryfikuje je używając poznane metody probabilistyczne.	K2_MAT_U05
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Dostrzega potrzebę stosowania narzędzi probabilistycznych do badania problemów związanych z algorytmiką	K2_MAT_K01, K2_MAT_K04
PEU_K02	Skutecznie komunikuje wyniki analiz probabilistycznych algorytmów w formie pisemnej (raporty) oraz ustnej, zgodnie z zasadami uczciwości intelektualnej	K2_MAT_K03
PEU_K03	Jest gotów do przejęcia odpowiedzialności za realizację powierzonych zadań projektowych i badawczych związanych z analizą algorytmów, w szczególności w zakresie poprawności i rzetelności analiz probabilistycznych.	K2_MAT_K04
PEU_K04	Krytycznie ocenia i weryfikuje założenia przyjmowane w analizie probabilistycznej algorytmów, identyfikując potencjalne źródła błędów oraz niepewności w formułowanych wnioskach.	K2_MAT_K04
PEU_K05	Ma świadomość ograniczeń stosowanych metod probabilistycznych w analizie algorytmów oraz dąży do przejrzystej komunikacji tych ograniczeń i wyników analiz w kontekście problemów teoretycznych i praktycznych.	K2_MAT_K04

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot koncentruje się na dwóch głównych zagadnieniach: analizie probabilistycznej (badającej średni czas działania algorytmów) oraz algorytmach zrandomizowanych (wykorzystujących losowe wybory wewnętrzne), stosując narzędzia probabilistyczne, takie jak indykatorowe zmienne losowe i liniowość wartości oczekiwanej. Kluczowe narzędzia służące do badania zachowania algorytmów obejmują nierówności Markowa i Czebyszewa, a także silniejsze ograniczenia Chernoffa. Ponadto wprowadzamy metodę probabilistyczną do dowodzenia istnienia struktur o pożądanych właściwościach. Opanowanie metod jest wzmocniane w praktyce, ponieważ wybrane algorytmy zostaną zaimplementowane i poddane

szczegółowej analizie oraz testom w ramach zajęć laboratoryjnych, które obejmują wykonanie projektu i eksperymenty.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Laboratorium	15
Przygotowanie do zajęć	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	20
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	10
Zaliczenie/Egzamin	4
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	21
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 175



Podstawy mechaniki kwantowej Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kształcenia podstawowego - fizyka
Semestr Semestr 1	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 45 godz., 2 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje postulaty mechaniki kwantowej i dostrzega ich znaczenie.	K2_MAT_W04
PEU_W02	Charakteryzuje narzędzia matematyczne mechaniki kwantowej i wymienia ich zastosowania.	K2_MAT_W04
PEU_W03	Charakteryzuje zasady mechaniki kwantowej.	K2_MAT_W04
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Wskazuje przykłady zjawisk fizycznych, których opis wymaga zastosowania mechaniki kwantowej.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Stosuje narzędzia matematyczne do opisu prostych układów kwantowych.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Wyznacza wartości wielkości fizycznych w prostych modelach kwantowych.	K2_MAT_U03

Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Widzi potrzebę samokształcenia i krytycznej oceny swojej wiedzy.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Przestrzega obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Dostrzega wagę współpracy w zakresie badań interdyscyplinarnych.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wiedzę z zakresu mechaniki kwantowej i jej aparatu matematycznego. Wprowadza się pojęcia matematyczne formalizmu mechaniki kwantowej oparte na przestrzeniach Hilberta i operatorach liniowych działających w tych przestrzeniach. Przedstawia się matematyczne postulaty mechaniki kwantowej. Omawia się stany układów kwantowych i ich probabilistyczną interpretację. Omawia się również ewolucję układów kwantowych opisaną przez równanie Schroedingera, probabilistyczną teorię pomiaru oraz zasadę nieoznaczoności Heisenberga. Przedstawia się proste modele układów kwantowych, cząstki identyczne oraz przestrzenie Focka opisujące układy cząstek nierozróżnialnych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	5
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Seminarium 1

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	--

Semestr Semestr 1	Forma zaliczenia Zaliczenie na ocenę Forma dydaktyczna i godziny zajęć Seminarium: 30	Liczba punktów ECTS 2.0
-----------------------------	--	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Opisuje nowe osiągnięcia i metody używane w matematyce teoretycznej i różnych zastosowaniach matematyki.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Omawia uwarunkowania etyczne i prawne związane z działalnością naukową, oraz w zakresie prawa własności intelektualnej.	K2_MAT_W07
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje modele matematyczne, wykorzystując aktualne wyniki badań.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Wygłasza referat na temat dotyczący matematyki teoretycznej lub zastosowań matematyki.	K2_MAT_U06
PEU_U03	Ocenia sposób prezentacji i treści przekazywane przez inne osoby.	K2_MAT_U06

Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Samodzielnie wyszukuje informacje w literaturze, także w językach obcych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie etyki w pracy zawodowej.	K2_MAT_K03
PEU_K03	Docenia potrzebę pracy na rzecz społeczeństwa.	K2_MAT_K02

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wybrane problemy badawcze, którymi zajmuje się współczesna matematyka. Omawiane są wybrane wyniki najnowszej literatury naukowej, ze szczególnym uwzględnieniem ich znaczenia dla dalszych badań i zastosowań. Kształcone są umiejętności zwięzłego i zrozumiałego prezentowania zagadnień matematycznych, z uwzględnieniem dostosowania poziomu przekazu do odbiorców. W ramach przedmiotu przygotowywane i omawiane są prezentacje umożliwiające komunikatywne przedstawienie nowych idei i metod z zakresu matematyki. Ćwiczone jest również krytyczne podejście do treści prezentowanych przez inne osoby, w tym formułowanie merytorycznych uwag i pytań.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Seminarium	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	20
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Decyzje strategicznego przywództwa Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia metody i narzędzia podejmowania decyzji.	K2_MAT_W08
PEU_W02	Opisuje sposoby kierowania zespołem.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Posiada umiejętność pracy zespołowej.	K2_MAT_K05, K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Celem zajęć jest zapoznanie uczestnika z umiejętnościami, jakie powinien posiadać przywódca w zakresie podejmowania decyzji strategicznych. Uczestnik zdobędzie wiedzę z zakresu efektywnego kierowania zespołem oraz wiedzę w zakresie skutecznej komunikacji z pracownikami. Nabędzie wiedzę ukierunkowaną na rozwiązywanie problemów menedżerskich, w tym rozwiązywanie konfliktów organizacyjnych oraz prowadzenia negocjacji. Będzie potrafił odpowiednio kierować zespołem w kierunku realizacji celów organizacyjnych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	35
Przygotowanie do zajęć	10
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Ekonomika przedsiębiorstwa Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Klasyfikuje i charakteryzuje formy prawno-organizacyjne działalności gospodarczej.	K2_MAT_W07
PEU_W02	Opisuje cechy i procedurę zakładania działalności gospodarczej prowadzonej przez osoby fizyczne oraz charakteryzuje typowe formy prawne przewidziane dla startupów.	K2_MAT_W07
PEU_W03	Identyfikuje uwarunkowania zewnętrzne działalności technicznej i funkcjonowania przedsiębiorstw w kontekście otoczenia społecznego, ekonomicznego, środowiskowego i legislacyjnego.	K2_MAT_W07
PEU_W04	Charakteryzuje wybrane współczesne teorie ekonomiczne i koncepcje zarządzania oraz objaśnia metody analizy i oceny ekonomiczno-finansowej i zasobowo-organizacyjnej przedsiębiorstwa.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		

PEU_K01	Jest przygotowany do podejmowania decyzji menedżerskich.	K2_MAT_K05
PEU_K02	Jest otwarty na kwestie społeczne i humanistyczne w kontekście działalności gospodarczej, wyraża sądy zgodnie z nowoczesnymi koncepcjami zarządzania i prawami ekonomii oraz widzi potrzebę pogłębiania wiedzy w zakresie nauk społecznych.	K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot jest prowadzony w formie wykładu, którego celem jest zaznajomienie słuchaczy z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa, nabyciem wiedzy w zakresie metod analiz ekonomicznych niezbędnych do podejmowaniu racjonalnych decyzji gospodarczych w otoczeniu VUCA. Zostaną omówione zasoby przedsiębiorstwa oraz metody analizy niezbędne do skutecznego i efektywnego wykorzystania tych zasobów w celu zaspokojenia potrzeb klientów i pracowników. Zostaną przedstawione współczesne koncepcje zarządzania, tj. społecznej odpowiedzialności biznesu (CSR), ESG (Environmental, Social and Corporate Governance) oraz tzw. zgodności korporacyjnej (Corporate Compliance), prawa ochrony własności przemysłowej, intelektualnej oraz praw autorskich. Na wykładzie zostaną omówione: formy organizacyjno-prawne przedsiębiorstw, struktury organizacyjne, metody analizy otoczenia przedsiębiorstwa oraz jego interesariuszy (wewnętrznych i zewnętrznych), metody analizy rynku i strategii biznesowych, metody analizy zasobów. Szczególna uwaga zostanie poświęcona analizie kosztów przedsiębiorstwa oraz efektywności finansowej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Przygotowanie do zajęć	12
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	21
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	10
Zaliczenie/Egzamin	2
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Ochrona własności intelektualnej Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Identyfikuje pojęcia i instytucje związane z własnością intelektualną, w tym patenty, znaki towarowe, prawa autorskie, wzory przemysłowe i tajemnicę przedsiębiorstwa. Uzasadnia znaczenie własności intelektualnej w strategii przedsiębiorstwa, procesach innowacyjnych i konkurencyjności rynkowej.	K2_MAT_W07, K2_MAT_W08
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Opracowuje dokumenty związane z ochroną IP (np. zgłoszenie patentowe, umowa licencyjna).	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Dbą o przestrzeganie przepisów służących ochronie własności intelektualnej.	K2_MAT_K03, K2_MAT_K05, K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot koncentruje się na znaczeniu ochrony wyników badań naukowych, modeli matematycznych oraz narzędzi analitycznych. Własność intelektualna w tym obszarze posiada wymierną wartość ekonomiczną i podlega ochronie prawnej, co ma istotne znaczenie w procesie komercjalizacji innowacyjnych rozwiązań. Studenci zdobywają wiedzę o regulacjach prawnych dotyczących praw autorskich, praw pokrewnych oraz ochrony baz danych i programów komputerowych. Omawiane są procedury rejestracji patentów, wzorów przemysłowych i znaków towarowych, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony algorytmów, metod obliczeniowych i narzędzi analizy danych. Uczestnicy poznają zasady udzielania licencji oraz zawierania umów dotyczących korzystania z wyników badań, oprogramowania i modeli matematycznych. Ważnym elementem zajęć jest rozwijanie umiejętności oceny ryzyka prawnego w projektach badawczych i komercyjnych, szczególnie w kontekście współpracy z przemysłem i sektorem IT. Studenci uczą się identyfikować możliwości transferu technologii i komercjalizacji wyników badań matematycznych oraz analitycznych. Kształtowane są postawy etyczne w zakresie odpowiedzialnego korzystania z cudzych zasobów intelektualnych i publikowania wyników badań. Przedmiot przygotowuje absolwentów do świadomego i zgodnego z prawem funkcjonowania w środowisku akademickim, badawczym i biznesowym, gdzie ochrona własności intelektualnej stanowi fundament rozwoju innowacji.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	45
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Podstawy biznesu z elementami ochrony własności intelektualnej

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Wskazuje i wyjaśnia uwarunkowania prowadzenia działalności gospodarczej oraz zasady tworzenia i rozwoju przedsiębiorstwa, ze szczególnym uwzględnieniem jednoosobowej działalności osób fizycznych.	K2_MAT_W07
PEU_W02	Charakteryzuje i objaśnia zasady ochrony własności intelektualnej, systemy ochrony, zasady jej uzyskiwania wraz z obsługą baz informacji patentowej.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Respektuje obowiązujące przepisy prawa i zasady ochrony własności intelektualnej, przejawiając gotowość do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	K2_MAT_K05, K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy o procesach tworzenia i rozwoju przedsiębiorstw, ze szczególnym uwzględnieniem jednoosobowej działalności osób fizycznych, w warunkach gospodarki rynkowej oraz przygotowanie uczestników do zarządzania własnością intelektualną w prowadzonej działalności gospodarczej.

W szczególności scharakteryzowane będą uwarunkowania prowadzenia działalności gospodarczej (makro- i mikrootoczenie) oraz cykl życia przedsiębiorstwa. Uczestnicy zdobędą wiedzę na temat kluczowych decyzji menedżerskich koniecznych do podjęcia na etapie inkubacji przedsiębiorstwa, takich jak: pomysł na biznes, dobór źródeł finansowania działalności, wybór formy opodatkowania, czy wybór formy organizacyjno-prawnej. Poznają narzędzia istotne w tej fazie: model biznesowy oraz biznesplan, a także zostaną wprowadzeni w problematykę oceny opłacalności przedsięwzięcia. Ponadto uzyskają wiedzę na temat zarządzania własnością intelektualną, w tym dotyczącą ochrony praw własności przemysłowej i autorskiej. Uczestnicy poznają procedury związane z rejestracją, konsekwencjami naruszania i egzekwowaniem praw własności intelektualnej. Dowiedzą się, jak systemy ochrony własności przemysłowej funkcjonują na poziomie krajowym, regionalnym i światowym, co pozwala im na lepsze zrozumienie kontekstu międzynarodowego wraz z możliwością zabezpieczenia swoich pomysłów przed naruszeniami w skali globalnej.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie projektu	15
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Psychologia decyzji i ryzyka Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Rozpoznaje i opisuje istotę i działanie psychologicznych mechanizmów podejmowania decyzji przez człowieka.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Jest zorientowany na sytuacyjne i osobowościowe uwarunkowania procesów podejmowania decyzji przez człowieka.	K2_MAT_K05
PEU_K02	Jest zdolny do identyfikacji błędów i zniekształceń poznawczych w procesie podejmowania decyzji i ryzyka.	K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot jest realizowany w formie wykładu, na którym studenci zdobywają wiedzę na temat psychologicznych mechanizmów podejmowania decyzji i ryzyka, sytuacyjnych i osobowościowych uwarunkowań procesów podejmowania decyzji. W ramach zajęć studenci nabywają umiejętności identyfikacji błędów i zniekształceń poznawczych w procesie

podejmowania decyzji i ryzyka oraz umiejętności podejmowania optymalnych decyzji, a także wrażliwość na czynniki ograniczające podejmowanie racjonalnych decyzji i percepcji ryzyka.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Psychologia zarządzania zespołami Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Wykład: 30 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje najważniejsze modele determinujące społeczne zachowania ludzi, także w kontekście pracy.	K2_MAT_W08
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Identyfikuje problemy społeczne i w organizacjach i jest otwarty na działanie w sposób przedsiębiorczy.	K2_MAT_K05
PEU_K02	Przedstawia problematykę społeczną i zarządczą w kontekście pracy, szczególnie zespołowej.	K2_MAT_K06

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Przedmiot ma na celu wyposażenie w praktyczną wiedzę z zakresu psychologii społecznej, niezbędną do skutecznego zarządzania nowoczesnymi zespołami. Zostaną przedstawione mechanizmy ludzkich zachowań w kontekście jednostkowym, grupowym i społecznym. Zakres tematyczny wykładu, obejmujący procesy determinujące ludzkie zachowania, pozwala

wykorzystać szeroką wiedzę z obszaru psychologii społecznej w działaniach przywódczych i zarządczych. W pierwszej części zostanie przedstawiona teoria poznania społecznego, czyli procesy percepcji, kategoryzacji, stereotypów i uprzedzeń. Pozwoli to zrozumieć, jak ludzie postrzegają siebie i innych, i jakie wynikają z tego konsekwencje. Kolejną część stanowi analiza determinantów zachowań społecznych, w tym mechanizmów agresji oraz altruizmu i zachowań prospołecznych oraz szerzej teoria gier w kontekście społecznym. Ponadto, omówione też zostaną psychologiczne uwarunkowania władzy i przywództwa, a także to, jak budować autorytet oraz jak wpływać i motywować innych ludzi. Ważną częścią przedmiotu jest także omówienie roli kultury społecznej i organizacji w kształtowaniu postaw i zachowań.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 75



Układy dynamiczne Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność matematyka teoretyczna Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy specjalnościowy Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
--	---

Semestr Semestr 2	Forma zaliczenia Egzamin Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
-----------------------------	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Charakteryzuje najważniejsze typy układów dynamicznych, identyfikuje własności takie jak minimalność, tranzytywność, czy ergodyczność.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Klasyfikuje układy topologiczne z dokładnością do sprzężenia oraz izomorfizmu.	K2_MAT_W06
PEU_W03	Formułuje twierdzenia teorii ergodycznej - twierdzenie Poincare (z dowodem) oraz twierdzenie ergodyczne. Rozpoznaje układy ergodyczne, rozkłada układy nie-ergodyczne na składowe ergodyczne.	K2_MAT_W05

PEU_W04	Identyfikuje układy słabo i mocno mieszające w teorii ergodycznej, wyjaśnia konsekwencje tych własności.	K2_MAT_W06
PEU_W05	Analizuje topologiczne układy dynamiczne metodami teorii-miarowymi, dowodzi istnienia miar niezmienniczych, interpretuje ergodyczność jako ekstremalność w zbiorze miar niezmienniczych, stosuje kryteria mono-ergodyczności przy użyciu punktów generycznych.	K2_MAT_W06
PEU_W06	Definiuje operator Koopmana, dobiera wartości własne, określa widmo punktowe, znajduje funkcje własne. Formułuje twierdzenie Halmosa-von Neumanna.	K2_MAT_W05
PEU_W07	Stosuje wiedzę teoretyczną dotyczącą połączeń topologicznych oraz teorii-miarowych układów dynamicznych, Identyfikuje rozłączne klasy układów.	K2_MAT_W05
PEU_W08	Opisuje i analizuje entropię teorii-miarową układu zachowującego miarę oraz entropię topologiczną układu topologicznego. Interpretuje oba typy entropii w przypadku układów symbolicznych. Stosuje zasadę wariacyjną.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje przykłady układów topologicznych, symbolicznych i teorii-miarowych (z miarą probabilistyczną).	K2_MAT_U03
PEU_U02	Rozwiązuje problemy dotyczące izomorfizmu lub sprzężenia: dowodzi sprzężenia lub izomorfizmu pomiędzy wybranymi klasycznymi parami układów oraz określa czy dany układ faktorem innego zadanego układu.	K2_MAT_U03
PEU_U03	Rozkłada układy nie-ergodyczne na składowe ergodyczne, stosuje ten rozkład do rozwiązywania problemów oraz w dowodach rozmaitych własności nie wymagających ergodyczności.	K2_MAT_U03
PEU_U04	Stosuje twierdzenie Poincare oraz wieże Rochlina do rozwiązywania problemów teorii ergodycznej	K2_MAT_U04
PEU_U05	Dokonuje klasyfikacji układów ze względu na typ widma punktowego na przykład poprzez jego wymierność lub niewymierność. Dowodzi kryterium na słabe mieszanie w kategoriach spektralnych. Wyznacza ciągłe funkcje i wartości własne w układach topologicznych.	K2_MAT_U03
PEU_U06	Oblicza entropię miarową i topologiczną w prostych przykładach układów symbolicznych. Wnioskuje o entropii zerowej w przypadku układów z widmem dyskretnym i stosuje te umiejętności do rozwiązywania problemów. Ponadto stosuje entropię do stwierdzenia braku sprzężenia (lub izomorfizmu) oraz do klasyfikacji układów Bernoulliego.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Pracuje samodzielnie, a także współpracuje z zespołem.	K2_MAT_K07
PEU_K02	Referuje zadane tematy w sposób zrozumiały dla zespołu.	K2_MAT_K03
PEU_K03	Wykazuje inicjatywę w poszerzaniu własnej wiedzy.	K2_MAT_K03
PEU_K04	Studiuje literaturę dotyczącą tematyki układów dynamicznych i dzieli się nabytą wiedzą.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Omawiane są najważniejsze typów układów dynamicznych, ze szczególnym uwzględnieniem układów reprezentowanych jako układy symboliczne oraz zastosowania układów dynamicznych wszelkiego typu. Jednym z ważniejszych tematów jest

klasyfikacja układów dynamicznych poprzez sprzężenie topologiczne oraz izomorfizm miarowy. Przedstawione są kluczowe własności topologicznych układów dynamicznych, takie jak powracanie, tranzytywność, minimalność, proksymalność, pary asymptotyczne, chaos Li-Yorke'a. W przypadku układów teorio-miarowych są to: powracanie w sensie Poincare, Lemat Rochlina, ergodyczność, twierdzenie ergodyczne Birkhoffa, słabe mieszanie, mieszanie, układy Bernoulliego. Istotną część wiedzy stanowią własności na pograniczu dwóch aspektów: topologicznego i teorio-miarowego, takie jak simpleks miar niezmienniczych, punkty generyczne, mono-ergodyczność, słabe mieszanie i mieszanie topologiczne. Wreszcie przedatwione zostaną bardziej zaawansowane metody badawcze korzystające między innym z teorii spektralnej operatora Koopmana, faktora Kroneckera, twierdzenia Halmosa-von Neumanna czy pojęcia entropii teorio-miarowej i entropii topologicznej oraz związków pomiędzy tymi pojęciami.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do zajęć	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Duże modele językowe

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność algorytmy i sztuczna inteligencja Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy specjalnościowy Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	---

Semestr Semestr 2	Forma zaliczenia Egzamin Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 30 Projekt: 15 Laboratorium: 30	Liczba punktów ECTS 5.0
-----------------------------	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia fundamentalne zasady działania dużych modeli językowych.	K2_MAT_W06
PEU_W02	Wymienia sposoby wykorzystania modeli LLM do rozwiązywania różnego rodzaju problemów.	K2_MAT_W05
PEU_W03	Rozpoznaje sytuacje, w których modele LLM nie są idealnym rozwiązaniem, i przedstawia alternatywy.	K2_MAT_W05
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Opracowuje modele językowe odpowiednie do rozwiązywanego problemu.	K2_MAT_U03

PEU_U02	Dostosowuje modele językowe do specyficznych sytuacji, korzystając z takich metod jak fine-tuning czy in-context learning.	K2_MAT_U05
PEU_U03	Łączy techniki LLM z innymi metodami w sytuacjach, w których podejście LLM nie jest wystarczające.	K2_MAT_U04
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Identyfikuje problemy etyczne i merytoryczne związane z uczeniem i wykorzystywaniem modeli LLM.	K2_MAT_K03
PEU_K02	Docenia dynamiczną sytuację w dziedzinie dużych modeli językowych i dokłada starań, aby stale uzupełniać wiedzę na ich temat.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Wykazuje inicjatywę w proponowaniu odpowiedzialnie zaprojektowanych rozwiązań w zagadnieniach związanych z przetwarzaniem języka naturalnego.	K2_MAT_K07

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują zagadnienia związane z dużymi modelami językowymi (LLM). W pierwszej kolejności omawiane jest ogólne zagadnienie przetwarzania języka naturalnego oraz teoretyczne zasady działania modeli LLM. Kolejnym zagadnieniem jest sposób przygotowania danych, konstrukcja sieci neuronowych typu transformer i uczenie tych modeli. Wreszcie omawiane są rozmaite aspekty i sposoby wykorzystania tych modeli: generowanie tekstu, dostrajanie modelu (fine-tuning), douczanie kontekstowe (in-context learning), ujednolicona reprezentacja tekstu i innych danych (multimodalność) oraz używanie modeli LLM do symulacji rozumowania (Chain of Thought i podobne metody). Poruszana jest też kwestia słabości i ograniczeń modeli LLM oraz alternatyw, które mogą być skuteczniejsze w określonych sytuacjach.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	30
Projekt	15
Przygotowanie projektu	25
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	21
Laboratorium	30
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 125



Język obcy 2.2

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów lektoraty Specjalność - Jednostka organizacyjna Politechnika Wrocławska Poziom kształcenia studia drugiego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Wybieralny Blok zajęciowy Języki obce
Semestry Semestr 1, Semestr 2, Semestr 3, Semestr 4	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Ćwiczenia: 60 godz., 3 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Ma wiedzę, umiejętności i kompetencje zgodne z wymaganiami określonymi dla właściwego poziomu językowego; zna, rozumie i stosuje określone poziomem środki językowe (gramatyczne, leksykalne i stylistyczne) z życia codziennego z wybranymi elementami języka akademickiego, specjalistycznego i technicznego stosowane w dziedzinie studiowanego kierunku oraz w środowisku akademickim i zawodowym; porozumiewa się w środowisku rodzinnym, towarzyskim i interkulturowym ćwicząc umiejętność komunikacji; docenia potrzebę doskonalenia swoich umiejętności w zakresie efektywnej komunikacji, rozwija kompetencje w obszarze języka komunikacji, podstaw języka specjalistycznego i akademickiego.	SJO_S2_U01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

A1; A2; B1 język francuski, hiszpański, japoński, niemiecki, polski jako obcy, rosyjski

Ogólne treści kształcenia

Kształcenie oraz pogłębianie kompetencji komunikacyjnych w środowisku rodzinnym, towarzyskim oraz interkulturowym oraz dla określonego poziomu dla potrzeb akademickich i zawodowych.

Interakcja adekwatna dla właściwego poziomu kompetencji językowych, np. własny profil studenta oraz zainteresowań; prezentowanie siebie, swoich zainteresowań i pomysłów w kontekstach środowiskowych, akademickich i zawodowych.

Rozwijanie kompetencji twórczych, odbiorczych i interaktywnych w grupie.

Język w komunikacji we współczesnym świecie. Komunikacja werbalna i niewerbalna – wrażliwość na różnice kulturowe, nawiązywanie rozmowy, włączanie się do dyskusji, przechodzenie do kolejnych punktów, podsumowywanie wypowiedzi, stosowanie charakterystycznych zwrotów i wyrażań dla określonego poziomu językowego; branie udziału w różnych formach interakcji.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Ćwiczenia	60
Przygotowanie do zajęć	30
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 90



Równania różniczkowe cząstkowe i ich zastosowania Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Grupa zajęć Tak Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kształcenia podstawowego - matematyka Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	---

Semestr Semestr 2	Forma zaliczenia Egzamin Forma dydaktyczna i godziny zajęć Wykład: 45 Ćwiczenia: 30 Laboratorium: 15	Liczba punktów ECTS 7.0
-----------------------------	---	-----------------------------------

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Formułuje najważniejsze twierdzenia z głównych działów równań różniczkowych cząstkowych.	K2_MAT_W02
PEU_W02	Klasyfikuje liniowe i nieliniowe równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu oraz dobiera odpowiednie techniki ich rozwiązywania.	K2_MAT_W02
PEU_W03	Klasyfikuje typy równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu oraz przytacza metody ich rozwiązywania.	K2_MAT_W02

PEU_W04	Przytacza zastosowania równań różniczkowych cząstkowych w zagadnieniach technicznych, naukach przyrodniczych i finansach.	K2_MAT_W04
PEU_W05	Dobiera odpowiednie modele opisujące procesy zachodzące w otaczającym nas świecie.	K2_MAT_W04
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Rozwiązuje równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu metodą charakterystyk oraz analizuje skalarne prawa zachowania.	K2_MAT_U02
PEU_U02	Rozwiązuje zagadnienia brzegowo-początkowe dla klasycznych równań typu eliptycznego, hiperbolicznego i parabolicznego.	K2_MAT_U02
PEU_U03	Wykorzystuje narzędzia informatyczne do analizy ilościowej i graficznej prezentacji rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych uzyskanych metodami analitycznymi.	K2_MAT_U02
PEU_U04	Identyfikuje i dobiera modele równań różniczkowych cząstkowych do opisu procesów w finansach, przetwarzaniu obrazów oraz naukach przyrodniczych.	K2_MAT_U03
PEU_U05	Wykorzystuje narzędzia informatyczne do modelowania i rozwiązywania zagadnień związanych z równaniami różniczkowymi cząstkowymi.	K2_MAT_U03
PEU_U06	Dobiera matematyczne modele wykorzystujące równania różniczkowe cząstkowe przy rozwiązywaniu typowych zagadnień występujących w technice, naukach przyrodniczych i ekonomii.	K2_MAT_U05
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Identyfikuje problemy związane z ograniczeniami własnej wiedzy i docenia potrzebę dalszego kształcenia.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie korzystania ze specjalistycznej literatury.	K2_MAT_K01
PEU_K03	Wykazuje rzetelność oraz postawę etyczną w pracy indywidualnej i zespołowej.	K2_MAT_K03

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Program przedmiotu obejmuje klasyczną teorię równań różniczkowych cząstkowych pierwszego i drugiego rzędu. Pierwszym tematem są liniowe i quasilinearne równania pierwszego rzędu, gdzie omawiane jest zagadnienie Cauchy'ego i metoda charakterystyk. Później omawiane są skalarne prawa zachowania. Wprowadzane są pojęcia fali uderzeniowej, fali rozrzedzeniowej oraz rozwiązań uogólnionych. Temat równań pierwszego rzędu kończy się na równaniach nieliniowych. Przedstawiona jest klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu (eliptyczne, hiperboliczne, paraboliczne) i ich postać kanoniczna. Podane są przykłady równań eliptycznych: równania Laplace'a i Poissona oraz związek z nimi zagadnienie Dirichleta i zasada maksimum. Jako przykłady równań hiperbolicznych i parabolicznych omawiane są odpowiednio równanie fali i równanie ciepła.

Na koniec omawiane są przykłady zastosowań równań różniczkowych cząstkowych.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	45
Ćwiczenia	30

Laboratorium	15
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20
Przygotowanie do zajęć	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	16
Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	15
Zaliczenie/Egzamin	4
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 175



Seminarium 2

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Semestr Semestr 2	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Seminarium: 30 godz., 2 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Opisuje nowe osiągnięcia i metody używane w matematyce teoretycznej i różnych zastosowaniach matematyki.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Omawia uwarunkowania etyczne i prawne związane z działalnością naukową, oraz w zakresie prawa własności intelektualnej.	K2_MAT_W07
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje modele matematyczne, wykorzystując aktualne wyniki badań.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Wygłasza referat na temat dotyczący matematyki teoretycznej lub zastosowań matematyki.	K2_MAT_U06
PEU_U03	Ocenia sposób prezentacji i treści przekazywane przez inne osoby.	K2_MAT_U06
Z zakresu kompetencji społecznych		

PEU_K01	Samodzielnie wyszukuje informacje w literaturze, także w językach obcych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Docenia znaczenie etyki w pracy zawodowej.	K2_MAT_K03
PEU_K03	Docenia potrzebę pracy na rzecz społeczeństwa.	K2_MAT_K02

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wybrane problemy badawcze, którymi zajmuje się współczesna matematyka. Omawiane są wybrane wyniki najnowszej literatury naukowej, ze szczególnym uwzględnieniem ich znaczenia dla dalszych badań i zastosowań. Kształcone są umiejętności zwięzłego i zrozumiałego prezentowania zagadnień matematycznych, z uwzględnieniem dostosowania poziomu przekazu do odbiorców. W ramach przedmiotu przygotowywane i omawiane są prezentacje umożliwiające komunikatywne przedstawienie nowych idei i metod z zakresu matematyki. Ćwiczone jest również krytyczne podejście do treści prezentowanych przez inne osoby, w tym formułowanie merytorycznych uwag i pytań.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Seminarium	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	20
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50



Praca dyplomowa

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy do wyboru Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
---	---

Semestr Semestr 3	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Praca dyplomowa: 45 godz., 18 ECTS, Zaliczenie na ocenę
-----------------------------	--

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia nowe problemy teoretyczne lub praktyczne.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Dobiera odpowiednie narzędzia matematyczne lub informatyczne służące do rozwiązania problemów postawionych w pracy magisterskiej.	K2_MAT_W05
PEU_W03	W odpowiedni sposób korzysta z literatury matematycznej.	K2_MAT_W07
PEU_W04	Wyjaśnia pojęcie plagiatu.	K2_MAT_W07
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Posługuje się pogłębionymi metodami i technikami matematycznymi lub informatycznymi do rozwiązania problemów postawionych w pracy magisterskiej.	K2_MAT_U03
PEU_U02	Korzysta z aktualnych wyników badań do rozwiązania problemów postawionych w pracy magisterskiej.	K2_MAT_U04

PEU_U03	Samodzielnie rozwiązuje problemy matematyczne lub informatyczne postawione w pracy magisterskiej.	K2_MAT_U05
PEU_U04	Krytycznie ocenia rozwiązanie problemu, ewentualnie wprowadza zmiany w dowodach, w założeniach lub w metodach.	K2_MAT_U05
PEU_U05	Redaguje pracę magisterską.	K2_MAT_U06
Z zakresu kompetencji społecznych		
PEU_K01	Wykazuje się samodzielnością, innowacyjnością i odpowiedzialnością zawodową.	K2_MAT_K07
PEU_K02	Samodzielnie prezentuje nowe zagadnienia matematyczne lub informatyczne w sposób zrozumiały dla zróżnicowanych odbiorców.	K2_MAT_K02
PEU_K03	Objaśnia zasady ochrony własności intelektualnej.	K2_MAT_K03
PEU_K04	Docenia potrzebę ustawicznego uczenia się.	K2_MAT_K01

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują wszystkie etapy przygotowania pracy magisterskiej z zakresu matematyki. Na początku, we współpracy z promotorem, wybierany i precyzowany jest temat pracy, a następnie analizowany jest aktualny stan wiedzy oraz literatura przedmiotu. W dalszej kolejności dobierane i stosowane są odpowiednie metody oraz narzędzia wykorzystywane we współczesnych badaniach z obszaru matematyki i jej zastosowań. W oparciu o to formułowany i rozwiązywany jest wybrany problem badawczy, przy jednoczesnym dokumentowaniu kolejnych etapów postępowania. Wyniki poddawane są krytycznej ocenie we współpracy z promotorem, a w razie potrzeby modyfikowane są przyjęte założenia lub metody. Ostatnim etapem jest opracowanie spójnego, poprawnego merytorycznie i formalnie tekstu pracy magisterskiej, spełniającego wymagania stawiane pracom dyplomowym na studiach drugiego stopnia.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Praca dyplomowa	45
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50
Przeprowadzenie badań literaturowych	50
Praca z opiekunem nad częścią merytoryczną pracy	30
Przygotowanie pracy dyplomowej	275
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 450



Seminarium dyplomowe Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów matematyka Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Matematyki Poziom kształcenia studia drugiego stopnia 3 semestry (magister inżynier) Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki	Cykl kształcenia 2026/2027 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Semestr Semestr 3	Forma dydaktyczna, godziny zajęć, liczba punktów ECTS i forma zaliczenia • Seminarium: 30 godz., 2 ECTS, Zaliczenie na ocenę

Przedmiotowe efekty uczenia się

Efekt przedmiotowy	Treść	Efekt kierunkowy
Z zakresu wiedzy		
PEU_W01	Przedstawia zaawansowane modele i metody używane w matematyce teoretycznej lub różnych zastosowaniach matematyki.	K2_MAT_W05
PEU_W02	Omawia uwarunkowania etyczne i prawne związane z działalnością naukową, oraz w zakresie prawa własności intelektualnej.	K2_MAT_W07
PEU_W03	Wyjaśnia pojęcie plagiatu.	K2_MAT_W07
Z zakresu umiejętności		
PEU_U01	Konstruuje modele matematyczne, wykorzystywane w różnych dziedzinach, korzystając z aktualnych wyników badań.	K2_MAT_U04
PEU_U02	Wygłasza referat na temat dotyczący matematyki teoretycznej lub zastosowań matematyki.	K2_MAT_U06
Z zakresu kompetencji społecznych		

PEU_K01	Samodzielnie wyszukuje informacje w literaturze, także w językach obcych.	K2_MAT_K01
PEU_K02	Dbą o przedstawianie w sposób zwięzły problemu matematycznego, dostosowując styl przekazu do specyfiki odbiorców.	K2_MAT_K02
PEU_K03	Docenia znaczenie etyki w pracy zawodowej.	K2_MAT_K03
PEU_K04	Docenia potrzebę pracy na rzecz społeczeństwa.	K2_MAT_K02

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się

Treści programowe obejmują zapoznanie z wybranymi problemami badawczymi, którymi zajmuje się współczesna matematyka. Przedstawiane są aktualne osiągnięcia oraz metody wykorzystywane w różnych obszarach matematyki i jej zastosowań. Kształcone są umiejętności zwięzłego i zrozumiałego prezentowania zagadnień matematycznych, z uwzględnieniem dostosowania poziomu przekazu do odbiorców. W ramach seminarium przygotowywane i wygłaszane są prezentacje umożliwiające komunikatywne przedstawienie własnych koncepcji badawczych oraz uzyskanych wyników. Ćwiczone jest również krytyczne podejście do treści prezentowanych przez inne osoby, w tym formułowanie konstruktywnych ocen oraz dyskusja nad nowymi pomysłami i rozwiązaniami.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Seminarium	30
Przygotowanie raportu/sprawozdania/prezentacji/referatu	20
Całkowity nakład pracy studenta (CNPS)	Liczba godzin 50