EFEKTY UCZENIA SIĘ I TREŚCI PROGRAMOWE DLA ZAJĘĆ

Kierunek: **Matematyka**
Poziom studiów: **Studia pierwszego stopnia**
Forma studiów: **Studia stacjonarne i niestacjonarne**

Studia stacjonarne

Nazwa zajęć: Podstawy relacji społecznych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna rodzaje relacji społecznych
2. wie co utrudnia, uniemożliwia budowanie i/lub kontynuowanie relacji
3. zna założenia komunikacji opartej o metodę Marshalla B. Rosenberga - Nonviolent Communication (NVC)
4. wie jak przebiega proces słuchania i mówienia z uważnością na siebie i innych

w zakresie umiejętności:
1. rozpoznaje czynniki utrudniające budowanie i/lub kontynuowanie relacji społecznych
2. odróżnia fakty i obserwacje od ocen i opinii
3. nazywa doświadczane emocje, rozpoznaje potrzeby i odróżniania je od strategii
4. rozwija umiejętność słuchania z uważnością na siebie i innych
5. rozwija umiejętność mówienia z uwzględnieniem siebie i innych
6. rozpoznaje i opisuje rodzaj relacji społecznych

w zakresie kompetencji społecznych:
1. rozróżnia wypowiedź ułatwiającą i utrudniającą budowanie dobrych relacji społecznych
2. tworzy satysfakcjonującą relację z samą/samym sobą
3. uważnie i aktywnie słucha swojego rozmówcy
4. świadomie uczestniczy we współtworzeniu dobrych relacji społecznych

Treści programowe dla zajęć:
Rodzaje relacji społecznych
Zasady i mechanizmy budowania relacji społecznych
Czynniki sprzyjające i utrudniające budowanie relacji społecznych
Tworzenie satysfakcjonującej relacji z samą/samym sobą
Budowanie i utrzymywanie satysfakcjonujących relacji społecznych

Nazwa zajęć: Algorytmy i programowanie
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe sposoby konstruowania algorytmów oraz jego zapisywania
2. zna pojęcie rekurencji oraz główne wady i zalety algorytmów rekurencyjnych
3. zna proste i bardziej złożone struktury danych, w tym struktury dynamiczne
4. zna podstawowe zagadnienia dotyczące złożoności obliczeniowej i notacji asymptotycznej
5. zna podstawowe techniki i strategie projektowania algorytmów
6. zna główne pakiety i biblioteki wybranego języka programowania wykorzystywane w matematyce

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować podstawowe konstrukcje algorytmiczne oraz zapisywać je w wybranym języku programowania
2. umie rozwiązać podstawowe problemy algorytmiczne za pomocą rekurencji
3. potrafi zaimplementować w wybranym języku programowania algorytmy rozwiązujące proste problemy algorytmiczne
4. potrafi zastosować poznane struktury danych do konkretnych problemów algorytmicznych
5. umie zaimplementować poznane struktury danych w wybranym języku programowania
6. stosuje wiedzę matematyczną do formułowania i rozwiązywania prostych zadań algorytmicznych
7. potrafi stosować poznane techniki algorytmiczne do rozwiązywania i badania problemów matematycznych

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania bardzie złożonych technik algorytmicznych i programistycznych

Treści programowe dla zajęć:

Pojęcie algorytmu i problemów algorytmicznych, podstawowe sposoby konstruowania algorytmów oraz zapisywanie algorytmów za pomocą schematów blokowych. Podstawowe cechy kompilowanych i interpretowanych języków programowania.
Podstawowe typy zmiennych oraz operatory działające na tych typach.
Pojęcie instrukcji warunkowych oraz pętli.
Typy zmiennych przechowujących kolekcję danych w języku Python, w szczególności: listy, słowniki, krotki i zbiory. Podstawowe metody i operacje na tego typu obiektach.
Algorytmy iteracyjne oraz analiza złożoności czasowej tego typu algorytmów.
Algorytmy rekurencyjne oraz analiza złożoności czasowej tego typu algorytmów.
Algorytmy sortowania jako przykład zastosowania różnych technik programistycznych
Algorytmy zachłanne oraz drzewiaste struktury danych wraz z zastosowaniami
Obsługa plików oraz metody przetwarzania tekstu
Podstawowe zagadnienia dotyczące programowania zorientowanego obiektowo
Pakiety w języku Python wykorzystywane w pracy matematyka, w tym: Numpy, SciPy, mathplotlib.

Nazwa zajęć: Edukacja informacyjna i źródłowa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie wspólne cechy i różnice systemu biblioteczno-informacyjnego uczelni (Biblioteka Uniwersytecka w Poznaniu, biblioteki wydziałowe)
2. zna zasady korzystania z czytelni i wypożyczalni, z zasobów elektronicznych oraz otwartych projektów cyfrowych UAM
3. zna i rozumie typy źródeł informacji w bibliotekach
4. zna wszystkie usługi bibliotek UAM

w zakresie umiejętności:
1. potrafi korzystać z konta bibliotecznego, wykorzystując pełne jego możliwości
2. potrafi wyszukiwać i gromadzić materiał do realizacji zajęć, niezbędnych do optymalnego realizowania toku studiów
3. potrafi korzystać ze źródeł informacji tradycyjnej i elektronicznej, w tym z zasobów naukowych dostępnych w otwartych projektach cyfrowych oraz z zasobów dostępnych zdalnie w subskrypcji UAM
4. potrafi poprawnie sporządzić bibliografię dla tworzonej pracy licencjackiej przy pomocy programów bibliograficznych
5. potrafi korzystać z usług oferowanych przez biblioteki (np. zamawia lub pobiera kopie do własnego użytku) z poszanowaniem praw autorskich

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do autonomicznego wyszukiwania informacji i literatury, gromadzenia materiałów, niezbędnych do optymalnego realizowania toku studiów
2. jest gotów/gotowa do krytycznej oceny źródeł informacji
3. jest gotów/gotowa do sporządzenia bibliografii w pracy licencjackiej
4. jest gotów/gotowa do zapobiegania zjawisku plagiatu

Treści programowe dla zajęć:
W module 1. System biblioteczno-informacyjny UAM są poruszane tematy takie jak: - charakterystyka cech wspólnych i różniących Bibliotekę Uniwersytecką w Poznaniu i biblioteki wydziałów, - podstawowe zasady korzystania ze wspólnego dla całego Uniwersytetu systemu biblioteczno- informacyjnego, - zasady i regulamin korzystania ze zbiorów bibliotecznych, - konto czytelnika oraz korzyści wynikające z oferowanych możliwości: zdalny zapis, charakterystyka konta, podstawowe zasady zamówienia, prolongaty, rezerwacji, dostęp zdalny do licencjonowanych zasobów naukowych UAM
W module 2. "Wyszukiwanie i zamawianie książek, czasopism. Charakterystyka katalogów bibliotecznych" są omawiane zagadnienia takie jak: -wyszukiwarka zasobów naukowych UAM, - katalog biblioteczny online UAM, - najważniejsze katalogi online w Polsce, np.: Biblioteki Narodowej, Katalog KaRo (Katalog Rozproszony Bibliotek Polskich)
W module 3. "Warsztat naukowy studenta" są omawiane: - praktyczne wskazówki dotyczące strategii poszukiwania literatury: - wyszukiwanie tematyczne, proste, logiczne, - zaawansowane w katalogu online, - wyszukiwanie w wyszukiwarce zasobów naukowych UAM z użyciem operatorów boolowskich, - wyszukiwanie literatury do zajęć i prac dyplomowych w zdalnych zasobach naukowych UAM (otwartych i licencjonowanych, dziedzinowych bazach danych, e-czasopismach, e-książkach, bibliotekach wirtualnych, repozytoriach)
W module 4. "Warsztat naukowy studenta" są omawiane: - tradycyjne źródła informacji: bibliografie, encyklopedie, słowniki, opracowania, -bibliografie: rodzaje, zasady tworzenia przypisów, bibliografie załącznikowe, - zautomatyzowane programy do tworzenia bibliografii

W module 5. jest omawiane zjawisko plagiatu: definicja i konsekwencje, przykłady plagiatów i ich zapobieganie

Nazwa zajęć: Topologia i jej zastosowania
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. wie, co to jest przestrzeń topologiczna; wie, co to jest baza topologii; wie, co to jest baza otoczeń punktu i pełny układ otoczeń przestrzeni; wie, co to są zbiory otwarte/domknięte; wie, co oznacza porównywalność topologii; wie, co to jest brzeg/wnętrze/domknięcie zbioru; wie, czym są aksjomaty oddzielania i przeliczalności; wie, co to jest topologia produktowa oraz topologia podprzestrzeni.
2. wie, co to jest funkcja ciągła, homeomorfizm, własność topologiczna
3. wie, co to jest metryka i przestrzeń metryczna; zna tw. Tietzego o przedłużaniu funkcji dla przestrzeni metrycznych; wie, co to jest przestrzeń metryczna zupełna
4. wie, co to jest pokrycie przestrzeni; wie, co to jest przestrzeń zwarta; zna przykłady przestrzeni topologicznych zwartych/niezwartych; wie, że w przestrzeniach metrycznych zwartość przestrzeni jest równoważna zwartości ciągowej; zna twierdzenie Weierstrassa dla przestrzeni metrycznych zwartych i rozumie jego znaczenie; wie, że zwartość jest własnością topologiczną.
5. wie, co to jest przestrzeń spójna; wie, że spójność jest własnością topologiczną
6. zna wybrane zastosowania topologii w matematyce i ekonomii
w zakresie umiejętności:
1. potrafi zbadać, czy dana rodzina zbiorów spełnia definicję topologii; umie porównywać topologie; umie skonstruować topologię generowaną przez zadaną rodzinę zbiorów. potrafi zbadać, czy zadany punkt należy do wnętrza/brzegu/domknięcia zbioru i czy zbiór jest otwarty/domknięty; potrafi zbadać, które aksjomaty oddzielania/przeliczalności spełnia przestrzeń topologiczna; potrafi konstruować zbiory otwarte w topologii produktowej/podprzestrzeni; potrafi zbadać ciągłość funkcji; potrafi zbadać, czy funkcja jest homeomorfizmem; potrafi skonstruować topologię przestrzeni w oparciu o zadaną metrykę; potrafi zbadać zwartość przestrzeni topologicznej potrafi podać przykłady przestrzeni zwartych potrafi zbadać spójność przestrzeni topologicznej potrafi podać przykłady przestrzeni spójnych
w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi pracować samodzielnie i w grupie nad zadanym problemem związanym z topologią; potrafi uargumentować swoje stanowisko w dyskusji.
Treści programowe dla zajęć:
definicja przestrzeni topologicznej, zbiory otwarte, zbiory domknięte, operacje na zbiorach otwartych i domkniętych, baza i podbaza przestrzeni (topologicznej), topologia generowana przez bazę, porównywanie topologii, konkretne przestrzenie topologiczne (m.in. euklidesowa, strzałki, cyfrowa)
otoczenie punktu, baza otoczeń punktu, wnętrze zbioru, domknięcie zbioru i własności operacji domknięcia, brzeg zbioru, punkty skupienia, punkty izolowane, zbiory gęste, zbiory brzegowe, zbiory nigdziegęste aksjomaty oddzielania, aksjomaty przeliczalności, przestrzenie ośrodkowe, przestrzenie regularne, przestrzenie normalne, topologia podprzestrzeni, topologia produktowa
ciągłość funkcji w punkcie, funkcje ciągłe, operacje na funkcjach ciągłych (m.in. składanie, sklejanie), homeomorfizmy, własność topologiczna
metryka, przestrzeń metryczna, topologia generowana przez metrykę, własności przestrzeni metrycznych, metryzowalność jako własność topologiczna, tw. Urysohna o metryzacji, tw. Tietzego dla przestrzeni metrycznych, przestrzenie metryczne zupełne, tw. Cantora, tw. Baire’a
pokrycie przestrzeni, przestrzenie zwarte, zwartość jako własność topologiczna, własności zwartych przestrzeni Hausdorffa, iloczyn kartezjański przestrzeni zwartych, Tw. Tichonowa, zwartość w przestrzeniach metrycznych, tw. Weierstrassa o osiąganiu kresów, tw. o punkcie stałym i ich zastosowania
przestrzenie spójne, spójność jako własność topologiczna, operacje na zbiorach spójnych, własność Darboux – tw. o wartości pośredniej, tw. Debreu o istnieniu ciągłej funkcji użyteczności

Nazwa zajęć: Teoria grafów
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe pojęcia i problemy teorii grafów i rozumie ich znaczenie.
2. zna i rozumie podstawowe twierdzenia teorii grafów i ich dowody.
3. zna podstawowe metody dowodzenia twierdzeń teorii grafów.
4. rozumie znaczenie praktyczne teorii grafów.
w zakresie umiejętności:

1. potrafi podać podstawowe definicje i twierdzenia teorii grafów i zastosować je do rozwiązywania wybranych problemów.
2. potrafi przeprowadzić proste rozumowania teoriografowe i dowody wybranych twierdzeń teorii grafów.
3. potrafi modelować proste problemy rzeczywiste w języku teorii grafów.
4. potrafi podać przykłady, gdzie stosuje się poznane zagadnienia i twierdzenia z teorii grafów w praktyce.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do precyzyjnego przedstawiania problemów praktycznych w języku teorii grafów i do wyjaśniania jej znaczenia w zastosowaniach.

Treści programowe dla zajęć:

Graf jako model dla rzeczywistych problemów. Pojęcie grafu. Izomorfizm i automorfizmy grafów. Podgrafy. Klasyczne rodziny grafów. Ciągi stopni. Graf krawędziowy.
Spacery, szlaki, ścieżki i cykle. Spójność grafu, składowe spójności. Krawędzie cięcia.
Drzewa i lasy. Przeliczanie drzew rozpiętych. Twierdzenie Cayleya.
Krawędziowa i wierzchołkowa spójność. Twierdzenie Whitneya. Twierdzenia Mengera.
Obchody Eulera i cykle Hamiltona. Twierdzenie Eulera. Twierdzenia Ore i twierdzenie Diraca.
Skojarzenia i pokrycia wierzchołkowe w grafach dwudzielnych. Twierdzenie Berge'a, twierdzenie Halla, twierdzenie Koeniga. Skojarzenia doskonałe - twierdzenie Tutte'a.
Zbiory niezależne i kliki. Pokrycia wierzchołkowe i krawędziowe - twierdzenia Gallaia i Koeniga.
Liczby Ramseya. Twierdzenia Ramseya i twierdzenie Erdosa. Twierdzenie Turana.
Kolorowanie wierzchołków i krawędzi grafu. Liczba chromatyczna grafu, grafy krytyczne. Twierdzenie Brooksa. Indeks chromatyczny grafu - twierdzenie Vizinga.
Grafy planarne. Wzór Eulera i jego konsekwencje. Kolorowanie map. Twierdzenie o czterech barwach. Twierdzenie Heawooda. „Rzadkie” grafy o dużej liczbie chromatycznej.
Modele grafów losowych. Sieci złożone.

Nazwa zajęć: Teoria liczb

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna podstawowe pojęcia elementarnej teorii liczb; zna i rozumie podstawowe twierdzenia elementarnej teorii liczb i ich dowody; zna elementy teorii równań diofantycznych; zna elementy teorii kongruencji; zna zastosowania teorii liczb w kryptologii; zna elementy teorii funkcji arytmetycznych.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi dowodzić podstawowe twierdzenia elementarnej teorii liczb. Potrafi rozwiązywać różne rodzaje równań diofantycznych i kongruencji. Potrafi wyjaśnić znaczenie teorii liczb dla kryptologii. Potrafi przeprowadzać proste rozumowania dotyczące równań diofantycznych, kongruencji i funkcji arytmetycznych.

Treści programowe dla zajęć:

Arytmetyka liczb całkowitych: podzielność, rozkład na czynniki pierwsze, NWD, NWW. Równania diofantyczne stopnia pierwszego.
Kongruencje: twierdzenia Eulera, Fermata, Lagrange'a, Wilsona, reszty i niereszty kwadratowe, prawo wzajemności Gaussa. Zastosowania teorii kongruencji w kryptologii.
Równania diofantyczne stopnia drugiego: równania kwadratowe dwóch zmiennych, przedstawianie liczb naturalnych w postaci sumy dwóch i czterech kwadratów
Funkcje arytmetyczne.
Aproksymacje diofantyczne i ekwipartycja modulo 1.

Nazwa zajęć: Wstęp do analizy nieliniowej

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna definicję transformaty Laplace'a, twierdzenie o jej istnieniu, ciągłości.
2. zna podstawowe własności transformaty Laplace'a (między innymi pierwsze i drugie twierdzenie translacyjne, twierdzenie o pochodnej dowolnego rzędu transformaty, twierdzenie o całkowaniu transformaty, twierdzenie o transformacie nieskończonego szeregu potęgowego, twierdzenie o transformacie pochodnej).
3. zna podstawowe twierdzenia dotyczące transformaty funkcji okresowej i splotu funkcji.
4. zna podstawowe własności transformaty odwrotnej do transformaty Laplace'a, twierdzenie Lercha oraz twierdzenie o istnieniu transformaty rozwiązań niejednorodnych równań różniczkowych zwyczajnych n-tego rzędu.

5. zna definicję wahania w sensie Jordana, jego własności (w tym twierdzenie Jordana o rozkładzie) oraz klasy funkcji o ograniczonej wariacji w tym sensie.
6. zna przestrzeń Banacha funkcji o ograniczonej wariacji w sensie Jordana oraz zasadę wyboru Helly'ego.
7. zna definicję ograniczonej wariacji w sensie Wienera i jej podstawowe własności oraz związek pomiędzy przestrzenią BV oraz WBV_p dla p≥1.
8. zna definicję funkcji okresowej, mikrookresowej i ich własności. Zna twierdzenie o przybliżaniu ciągłej funkcji ciągiem ciągłych funkcji okresowych, twierdzenie o okresowości pochodnej danej funkcji oraz warunki równoważne dotyczące funkcji okresowej i jej funkcji pierwotnej.
9. zna definicję funkcji jednostajnie prawieokresowych i ich własności.
10. zna kryterium Bochnera dotyczące prawieokresowości. Zna podstawowe twierdzenia teorii funkcji prawieokresowych, między innymi twierdzenie o prawieokresowości granicy ciągu funkcji prawie okresowych, twierdzenie o prawieokresowości pochodnej danej funkcji, twierdzenie o prawieokresowości funkcji pierwotnej danej funkcji oraz twierdzenia o wartości średniej funkcji okresowej i prawieokresowej.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi obliczać transformatę Laplace'a danej funkcji przy pomocy definicji oraz na bazie definicji dowodzić pewnych jej własności.
2. potrafi obliczać transformatę Laplace'a danej funkcji stosując jej różne własności.
3. potrafi obliczać transformatę odwrotną danej funkcji.
4. potrafi rozwiązywać równania różniczkowe zwyczajne, układy równań różniczkowych zwyczajnych oraz równania całkowe metodą transformaty Laplace'a,
5. potrafi obliczać wariację w sensie Jordana danej funkcji oraz dowodzić pewnych własności funkcji o ograniczonym wahaniu w sensie Jordana.
6. potrafi określać okresowość (mikrookresowość) danej funkcji oraz uzasadniać własności funkcji okresowych.
7. potrafi badać prawieokresowość danej funkcji oraz uzasadniać proste własności funkcji prawieokresowych

Treści programowe dla zajęć:

Definicja transformaty Laplace'a, twierdzenie o jej istnieniu, ciągłości. Przykłady funkcji posiadających, jak i nieposiadających transformatę Laplace'a.
Podstawowe własności transformaty Laplace'a (między innymi pierwsze i drugie twierdzenie translacyjne, twierdzenie o pochodnej dowolnego rzędu transformaty, twierdzenie o całkowaniu transformaty, twierdzenie o transformacie nieskończonego szeregu potęgowego, twierdzenie o transformacie pochodnej). Podstawowe twierdzenia dotyczące transformaty funkcji okresowej i splotu funkcji.
Podstawowe własności transformaty odwrotnej do transformaty Laplace'a, twierdzenie Lerch'a oraz twierdzenie o istnieniu transformaty rozwiązań niejednorodnych równań różniczkowych zwyczajnych n-tego rzędu.
Definicja wahania w sensie Jordana, jej własności (w tym twierdzenie Jordana o rozkładzie) oraz klasy funkcji o ograniczonej wariacji w tym sensie.
Przestrzeń Banacha funkcji o ograniczonej wariacji w sensie Jordana oraz zasada wyboru Helly'ego.
Definicja ograniczonej wariacji w sensie Wienera i jej podstawowe własności oraz związek pomiędzy przestrzenią \$BV\$ oraz \$WBV_p\$ dla \$p\geq 1\$.
Definicja funkcji okresowej, mikrookresowej i ich własności. Twierdzenie o przybliżaniu ciągłej funkcji ciągiem ciągłych funkcji okresowych, twierdzenie o okresowości pochodnej danej funkcji oraz warunki równoważne dotyczące funkcji okresowej i jej funkcji pierwotnej.
Definicja funkcji jednostajnie prawieokresowych i ich własności.
Kryterium Bochnera dotyczące prawieokresowości. Podstawowe twierdzenia tej teorii, między innymi twierdzenie o prawieokresowości granicy ciągu funkcji prawie okresowych, twierdzenie o prawieokresowości pochodnej danej funkcji, twierdzenie o prawieokresowości funkcji pierwotnej danej funkcji oraz twierdzenia o wartości średniej funkcji okresowej i prawieokresowej.

Nazwa zajęć: Szeregi i całki Fouriera

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna pojęcia i własności splotu funkcji, aproksymacyjnej jedności i regularyzacji.
2. zna definicję współczynników Fouriera i szeregu Fouriera funkcji okresowej i ich podstawowe własności.

3. zna różne rodzaje zbieżności w tym zbieżność punktową i jednostajną, sumowalność według Cesara, sumowalność według Abela i zbieżność średniokwadratową.
4. Zna zastosowania szeregów Fouriera w tym do rozwiązania równania przewodnictwa ciepła pręta i nierówności izoperymetrycznej.
5. zna związek transformacji Fouriera z różniczkowaniem i splotem. Rozumie znaczenie transformacji Fouriera w teorii równań różniczkowych.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi obliczyć splot prostych funkcji.
2. potrafi wyznaczyć szereg Fouriera prostych funkcji.
3. potrafi stosowań kryteria zbieżności szeregów Fouriera i rozstrzygać w jakim sensie zbieżny jest dany szereg.
4. potrafi obliczyć transformatę Fouriera prostych funkcji, umie rozszerzyć definicję transformaty Fouriera na inne klasy funkcji.
5. potrafi stosowań transformacje Fouriera do szukania rozwiązań niektórych równań (równanie falowe, równanie przewodnictwa ciepła).

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do uzasadnienia roli teorii szeregów Fouriera w zastosowaniach matematyki.

Treści programowe dla zajęć:
Splot funkcji, regularyzacja, przestrzeniach funkcji całkowalnych, nierówności Hoeldera, Minkowskiego i Younga.
Definicja współczynników Fouriera i ich własności (tw. o jednoznaczności). Reprezentacja sum częściowych Fouriera przez splot. Sumowalność w sensie Cesara i Abela (tw. Fejera).
Szeregi Fouriera i ortogonalność. Zbieżność szeregów Fouriera w przestrzeni funkcji całkowalnych z kwadratem. Tożsamość Parsevala.
Zbieżność punktowa szeregów Fouriera (zasada lokalizacji). Wystarczające warunki zbieżności (warunek Lipschitza, Diniego, Jordana). Przykład funkcji ciągłej o rozbieżnym szeregu.
Przestrzeń Schwartza funkcji szybko malejących i transformacja Fouriera na prostej rzeczywistej (formuła inwersji, formuła Plancherela). Rozszerzenie definicji na inne klasy funkcji.
Własności transformacji Fouriera (lemat Riemanna, formuła sumacyjna Poissona, zasada nieoznaczoności Heisenberga). Transformacja Fouriera a gładkość funkcji i zwartość jej nośnika.
Zastosowania transformacji Fouriera i szeregów Fouriera. Równanie falowe, równanie przewodnictwa ciepła, nierówność izoperymetryczna.

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna pojęcie funkcji i podstawowe operacje na funkcjach.
2. Zna pojęcia liczb naturalnych, całkowitych, wymiernych i rzeczywistych. Zna pojęcie porządku w zbiorze liczb rzeczywistych.
3. Zna podstawową strukturę topologiczną zbioru liczb rzeczywistych. Wie co to jest zupełność.
4. Zna pojęcia ciągu zbieżnego, ograniczonego i ciągu Cauchy'ego. Rozumie różnice i związki między tymi pojęciami.
5. Zna definicje granicy funkcji wg. Cauchy'ego i Heinego. Jest świadomy Ich równoważności. Zna definicje i własności granic jednostronnych.
6. Zna pojęcie funkcji ciągłej i jej podstawowe własności.
7. Zna pojęcie pochodnej pierwszego i wyższych rzędów jak również własności funkcji różniczkowalnych.
8. Zna zastosowania pochodnej w szczególności jej zastosowanie do badania przebiegu zmienności funkcji.
9. Zna różne pojęcia zbieżności szeregów liczbowych (zbieżność bezwzględna, bezwarunkowa, warunkowa) i związki pomiędzy nimi. Zna kryteria zbieżności szeregów o wyrazach dodatnich i szeregów. naprzemiennych. Zna operacje algebraiczne na szeregach w tym mnożenie splotowe.

w zakresie umiejętności:
1. Umie dokonywać podstawowe operacje na funkcjach.
2. Umie dokonywać różne operacji na liczbach rzeczywistych, w szczególności umie wyznaczać kresy zbiorów.
3. Umie znajdować punkty skupienia zbiorów. Umie posługiwać się pokryciami.
4. Potrafi znaleźć granicę wybranych ciągów. Potrafi sprawdzić, czy ciąg jest ograniczony, zbieżny i czy jest ciągiem Cauchy'ego.

5. Potrafi znaleźć granice wybranych funkcji w punkcie a także granice jednostronne i granice w nieskończoności.
6. Potrafi stwierdzić czy wybrane funkcje są ciągłe. Potrafi określić własności obrazów i przeciwobrazów wybranych zbiorów przy działaniu na nie funkcjami ciągłymi.
7. Potrafi obliczyć pochodne dowolnego rzędu wybranych funkcji. Potrafi stwierdzić, czy funkcja jest, czy też nie jest różniczkowalna wdanym punkcie.
8. Umie stosować pojęcie pochodnej w Konkretnych przykładach. W szczególności umie: wyznaczać ekstrema funkcji, badać jej monotoniczność, wypukłość, znajdować punkty przegięcia wykresu funkcji.
9. Potrafi zastosować te kryteria zbieżności szeregów liczbowych do badania zbieżności konkretnych szeregów. Potrafi mnożyć szeregi liczbowe.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do studiowania rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych.

Treści programowe dla zajęć:

Pojęcie funkcji. Definicja funkcji, składanie funkcji, funkcja odwrotna, wykres funkcji.

1. Aksjomaty zbioru liczb rzeczywistych.
2. Wartość bezwzględna, interpretacja geometryczna zbioru liczb rzeczywistych.
3. Zbiory ograniczone, kresy, istnienie pierwiastka, zasada Archimedesa, gęstość zbioru liczb wymiernych.
4. Rozszerzony zbiór liczb rzeczywistych.

Podstawowe twierdzenia związane z zupełnością zbioru liczb rzeczywistych:– lemat Ascoliego (o ciągu przedziałów zstępujących);– pokrycie, twierdzenie Heinego-Borela;– punkt skupienia zbioru, twierdzenie Bolzano-Weierstrassa.

1. Definicja ciągu zbieżnego.
2. Własności ciągów zbieżnych.
3. Ciągi monotoniczne.
4. Liczba e.
5. Podciągi.
6. Ciągi Cauchy'ego, zupełność zbioru liczb rzeczywistych.
7. Granice dolna i górna, zbieżność niewłaściwa.

1. Definicje granicy funkcji w sensie Cauchy'ego i Heinego.
2. Działania arytmetyczne na granicach, granice a nierówności, granica funkcji złożonej.
3. Granice jednostronne.
4. Granice nieskończone i granice w nieskończoności

1. Definicja funkcji ciągłej.
2. Własności lokalne funkcji ciągłych.
3. Rodzaje nieciągłości.
4. Własność Darboux.
5. Twierdzenie Weierstrassa o osiąganiu kresów.
6. Ciągłość jednostajna, twierdzenie Cantora.
7. Monotoniczność a ciągłość, ciągłość funkcji odwrotnej.
8. Ciągłość funkcji elementarnych.

1. Definicja i interpretacja geometryczna pochodnej, różniczka.
2. Różniczkowalność a ciągłość.
3. Działania arytmetyczne na funkcjach różniczkowalnych.
4. Twierdzenia o pochodnej funkcji złożonej i o pochodnej funkcji odwrotnej.
5. Pochodne wyższych rzędów.
6. Twierdzenia o wartości średniej w rachunku różniczkowym.

1. Monotoniczność, ekstrema, warunki konieczne i dostateczne na istnienie ekstremum funkcji różniczkowalnej. Wzór Taylora.
2. Funkcje wypukłe, punkty przegięcia, warunki konieczne i dostateczne na wypukłość funkcji różniczkowalnej.
3. Symbole nieoznaczone, reguła de l'Hôpitala.

1. Definicja szeregu zbieżnego, warunek Cauchy'ego i warunek konieczny zbieżności, szeregi: geometryczny i harmoniczny.
2. Operacje na szeregach.
3. Szeregi o wyrazach nieujemnych, kryteria zbieżności: porównawcze, pierwiastkowe, ilorazowe,zasada zagęszczania Cauchy'ego.
4. Szeregi o wyrazach dowolnych znaków, kryteria: Dirichleta, Abela i Leibniza.
5. Zbieżność bezwzględna i warunkowa, zmiana kolejności wyrazów szeregu, twierdzenie Riemanna.

6. Mnożenie szeregów, twierdzenie Mertensa.
7. Szeregi dwustronne.

Nazwa zajęć: Matematyka elementarna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna matematyczne konwencje językowe i typowe sposoby dowodzenia prawdziwości lub nieprawdziwości zdań.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi poprzeć argumentacją matematyczną swoją ocenę prawdziwości (lub fałszywości) prostego zdania i prostych rozumowań.
2. potrafi zaprezentować swoje rozumowanie ustnie i pisemnie.
Treści programowe dla zajęć:
Prawda czy fałsz, czyli ocena prawdziwości zdań (wyrażonych w języku naturalnym): prostych, złożonych, z kwantyfikatorami. Przekształcanie negacji zdań (w języku naturalnym).
Zapis i rozpoznawanie twierdzeń w postaci implikacji, analiza ich budowy: założenie, teza, zapis za pomocą kilku zdań, formułowanie twierdzeń odwrotnych, uogólnień, założenia lub tezy silniejszej lub słabszej.
Matematyczne konwencje językowe przy formułowaniu twierdzeń: ukryte kwantyfikatory, ukryte implikacje, znaczenie liczby mnogiej lub pojedynczej w zwrotach typu ,,istnieje", ,,istnieją", itp.
Typowe metody dowodzenia twierdzeń, ćwiczone na materiale szkolnym, na przykład dotyczącym: ciągów, nierówności i tożsamości algebraicznych, trygonometrii, funkcji liniowych, kwadratowych, wykładniczych, wielomianów wyższych rzędów, geometrii, podzielności liczb. Dowody: wprost, przez transpozycję, przez zaprzeczenie (nie wprost), przekształcanie równoważnościowe, techniki mieszane. Trening właściwego używania w dowodach zwrotów ,,ustalmy dowolny", ,,załóżmy nie wprost, że", ,,bez straty ogólności", ,,analogicznie", itp.
Indukcja głębokości 1 i większej, ćwiczenie tej metody dowodzenia na wybranych zagadnieniach szkolnych, na przykład spośród wymienionych w poprzednim punkcie.
Ocena poprawności rozumowań, typowe błędy logiczne. Trening w konstruowaniu przykładów i kontrprzykładów. Pułapki myślowe typu ,,rozważmy najgorszy przypadek", ,,i tak dalej". Co to znaczy ,,Wyznacz największe... ", ,,Wyznacz najmniejsze... " w zadaniach.
Trening w symbolicznym zapisie matematycznym: symbole duża sigma i duże pi, symbole sumy i przekroju dla rodziny zbiorów, zmiana opisu indeksów pod tymi symbolami. Ocena poprawności przekształceń algebraicznych.

Nazwa zajęć: Język angielski B21
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólno-akademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.
7. potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.
Treści programowe dla zajęć:
Przegląd i utrwalenie umiejętności w zakresie posługiwania się formami i funkcjami czasów gramatycznych odpowiednich dla poziomu B2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: okresy warunkowe typ 1,2,3 oraz mieszane; struktury gramatyczne ‘wish,’get used to/used to, past modals, formy bezokolicznikowe i imiesłowowe.
Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: ekstremalne sytuacje, refleksja na temat planów życiowych, terapeutyczna funkcja muzyki, higiena snu, komunikacja niewerbalna oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów.

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularno-naukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.
Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych.

Nazwa zajęć: Wstęp do algebry i teorii liczb
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna definicję działania w zbiorze i ich własności. Zna definicję podstawowych struktur algebraicznych takich jak grupa, pierścień, ciało, ich przykłady oraz pojęcie izomorfizmu między tymi strukturami.
2. Zna i rozumie podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące grupy permutacji. Zna pojęcie znaku permutacji.
3. Zna konstrukcję ciała liczb zespolonych.
4. Zna pojęcie liczby pierwsze, liczby złożonej oraz podzielności w pierścieniu liczb całkowitych. Zna podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące arytmetyki liczb całkowitych, w szczególności zasadnicze twierdzenie arytmetyki.
5. Zna definicję oraz podstawowe własności arytmetyczne relacji kongruencji.
6. Zna pojęcie wielomianu o współczynnikach liczbowych. Zna twierdzenie Bezouta, pojęcie krotności pierwiastka oraz zasadnicze twierdzenie algebry.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi wskazać przykłady działań w różnych zbiorach oraz sprawdzić jego podstawowe własności. Potrafi również rozpoznać dwie proste struktury izomorficzne oraz uzasadnić, czy dany zbiór z działania jest grupą, pierścieniem lub ciałem.
2. Rozumie pojęcie permutacji, potrafi składać i odwracać permutacje, rozkładać na cykle i transpozycje oraz ustalić parzystość permutacji. Umie rozwiązać równania w grupie permutacji pamiętając, że składanie przekształceń nie jest przemienne.
3. Potrafi przedstawić liczbę zespoloną w postaci algebraicznej i trygonometrycznej oraz rozumie interpretację geometryczną liczby zespolonej. Umie wykonywać podstawowe operacje na liczbach zespolonych, potęgować liczby zespolone w postaci trygonometrycznej, a także obliczać jej pierwiastki stopnia naturalnego.
4. Potrafi wyznaczyć NWD i NWW dowolnego skończonego układu liczb całkowitych przy pomocy algorytmu Euklidesa. Umie wyznaczyć wszystkie rozwiązania całkowite równań postaci: ax+by=c oraz znaleźć element odwrotny w arytmetyce modularnej korzystając z algorytmu Euklidesa.
5. Rozumie i potrafi zastosować twierdzenie o rozwiązalności kongruencji liniowej, chińskie twierdzenie o resztach, małe twierdzenie Fermata oraz twierdzenie Eulera. Potrafi zastosować kongruencje do wyznaczania cech podzielności przez dowolną liczbę naturalną.
6. Potrafi dodawać i mnożyć wielomiany. Rozumie znaczenie pierwiastka wielomianu i umie stosować schemat Hornera. Umie wykonać dzielenie z resztą wielomianu przez wielomian.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania bardziej złożonych pojęć z algebry i teorii liczb na poziomie studiów I stopnia.

Treści programowe dla zajęć:
Definicja działania w zbiorze, własności działań, przykłady działań w różnych zbiorach, w tym działanie modulo n. Podstawowe struktury algebraiczne: grupa, pierścień i ciało. Pojęcie izomorfizmu struktur algebraicznych.
Podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące grupy permutacji. Pojęcie permutacji, składanie i odwracanie permutacje, rozkład na cykle i transpozycje oraz parzystość permutacji. Pojęcie znaku permutacji.
Ciało liczb zespolonych, działania na liczbach zespolonych, postać algebraiczna i trygonometryczna. Wzór de Moivre`a oraz pierwiastkowanie liczb zespolonych.
Pojęcie i podstawowe własności podzielności liczb całkowitych. Wyznaczanie NWD i NWW dowolnego skończonego układu liczb całkowitych przy pomocy algorytmu Euklidesa. Warunek rozwiązywalności równania postaci ax+by=c.
Pojęcie liczby pierwszej i złożonej. Sito Eratostenesa. Zasadnicze twierdzenie arytmetyki o rozkładzie liczb na iloczyn liczb pierwszych oraz jego zastosowanie do wyznaczania NWD i NWW.

Pojęcie kongruencji oraz jej podstawowe własności. Twierdzenie o rozwiązywalności kongruencji liniowych oraz chińskie twierdzenie o resztach.
Małe twierdzenie Fermata. Definicja i multiplikatywność funkcji Eulera. Wykorzystanie rozkładu liczby złożonej na iloczyn potęg liczb pierwszych do obliczenia wartości funkcji Eulera. Twierdzenie Eulera. Wyprowadzanie cech podzielności.
Pojęcie wielomianu, pierścienia wielomianów Pierwiastek. wielomianu, twierdzenie Bezouta oraz schemat Hornera. Dzielenie wielomianu przez wielomian. Krotności pierwiastka oraz zasadnicze twierdzenie algebry.

Nazwa zajęć: Wstęp do matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe pojęcia (terminy) logiki matematycznej i teorii mnogości.
2. zna podstawowe prawa logiki.
3. zna podstawowe konstrukcje teoriomnogościowe.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować podstawowe pojęcia i prawa logiki.
2. potrafi stosować podstawowe działania na zbiorach.
3. potrafi stosować podstawowe konstrukcje teoriomnogościowe i określać ich własności.

Treści programowe dla zajęć:
Podstawowe pojęcia logiki matematycznej: Zdanie w sensie logicznym, wartości logiczne zdania, funkcja zdaniowa wielu zmiennych (kwantyfikatory). Indukcja matematyczna.
Elementarna teoria zbiorów: Wybrane aksjomaty teorii mnogości, własności działań na zbiorach.
Podstawy teorii relacji: relacje i zbiory uporządkowane. Relacje całkowicie porządkujące, relacje częściowo porządkujące, klasy abstrakcji, zasada abstrakcji, elementy maksymalne, minimalne, twierdzenie (Kuratowskiego-Zorna) o istnieniu elementu maksymalnego. Twierdzenie Zermela.
Funkcja jako szczególny rodzaj relacji, własności i przykłady
Równoliczność zbiorów. Zbiory przeliczalne i nieprzeliczalne. Przykłady.
Wprowadzenie do teorii mocy: Twierdzenia Cantora i Cantora-Bersteina i szereg wniosków. Podstawowe wiadomości z rachunku liczb kardynalnych. Hipoteza continuum.
Podobieństwo, typy porządkowe, uporządkowanie dobre i liczby porządkowe. Twierdzenie o indukcji pozaskończonej.

Nazwa zajęć: Geometria analityczna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna pojęcie przestrzeni kartezjańskiej (jedno, dwu i trójwymiarowej).
2. zna pojęcie współrzędnych (kartezjańskich, biegunowych, walcowych i sferycznych).
3. zna pojęcie wektora i działania na wektorach.
4. zna pojęcie prostej na płaszczyźnie, przedstawienia parametrycznego, równania ogólnego oraz odległości punktu od prostej.
5. zna pojęcie orientacji układu wektorów, iloczynu wektorowego.
6. zna pojęcie płaszczyzny i prostej w przestrzeni trójwymiarowej.
7. zna izometrie płaszczyzny, wie, co to grupy afiniczne i grupy izometrii.
8. zna przekształcenia afiniczne płaszczyzny.
9. zna krzywe algebraiczne drugiego stopnia i ich klasyfikację.
10. zna powierzchnie drugiego stopnia i przykłady takich powierzchni.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przeliczać współrzędne punktów na płaszczyźnie i w przestrzeni (między współrzędnymi kartezjańskimi, biegunowymi, walcowymi lub sferycznymi)
2. potrafi wykonywać działania na wektorach, w tym umie obliczać iloczyny skalarny i wektorowy wektorów.
3. umie wyznaczać różne postaci równania prostej, potrafi obliczać odległość punktu od prostej.
4. umie wyznaczać różne postaci równania płaszczyzny w przestrzeni trójwymiarowej.
5. umie sprawdzić, czy dane przekształcenie płaszczyzny jest izometrią, potrafi w sposób izometryczny przekształcać płaszczyznę.
6. umie afinicznie przekształcać płaszczyznę.
7. potrafi wskazać i sklasyfikować krzywe algebraiczne drugiego stopnia.
8. potrafi wskazać przykłady powierzchni drugiego stopnia.

Treści programowe dla zajęć:

Przestrzenie kartezjańskie jedno, dwu i trójwymiarowe.
Współrzędne: kartezjańskie, biegunowe, walcowe, sferyczne.
Wektory. Działania na wektorach. Iloczyn skalarny wektorów.
Proste na płaszczyźnie. Przedstawienie parametryczne prostej. Równanie ogólne prostej. Odległość punktu od prostej.
Orientacja układu wektorów. Iloczyn wektorowy. Zastosowanie do obliczania pól i objętości.
Płaszczyzny i proste w przestrzeni trójwymiarowej.
Izometrie płaszczyzny. Analityczna postać izometrii. Grupy afiniczne i grupy izometrii.
Przekształcenia afiniczne płaszczyzny.
Krzywe algebraiczne drugiego stopnia i ich klasyfikacja.
Powierzchnie drugiego stopnia. Przykłady.

Nazwa zajęć: Algebra liniowa 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie podstawowe, jak i bardziej zaawansowane pojęcia i twierdzenia algebry liniowej.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi rozwiązywać zadania związane z macierzami przekształceń liniowych; wyznaczać jądra i obrazy przekształceń liniowych oraz znajdować ich bazy i wymiary.
2. potrafi rozwiązywać problemy związane z przestrzeniami ilorazowymi, m. in. stosować I twierdzenie o izomorfizmie, wyznaczać warstwy itp.
3. potrafi rozwiązywać zagadnienie własne dla macierzy kwadratowych, jak również dla endomorfizmów liniowych; sprawdzać czy dana przestrzeń jest niezmiennicza względem endomorfizmu; sprowadzać macierze do postaci diagonalnej i wykorzystywać to przedstawienie macierzy; sprowadzać macierze do postaci normalnej Jordana i wykorzystywać to przedstawienie
4. potrafi rozwiązywać problemy związane z formami dwuliniowymi/hermitowskimi m.in. znajdować ich radykały, ich reprezentacje macierzowe itp.
5. potrafi rozwiązywać problemy wykorzystując iloczyn skalarny, m.in. wyznaczyć rzut prostopadły wektora na podprzestrzeń w przestrzeni unitarnej, stosować algorytm ortogonalizacji Grama-Schmidta, znajdować dopełnienie ortogonalne podprzestrzeni przestrzeni unitarnej itp.
6. potrafi rozwiązywać zadania związane z formami kwadratowymi, m. in. doprowadzić formę do postaci kanonicznej metodą Lagrange'a i Jacobiego, sprawdzić określoność formy o współczynnikach rzeczywistych, znaleźć macierz formy kwadratowej itp.
7. potrafi dowodzić i formułować podstawowe, jak i bardziej zaawansowane fakty i twierdzenia algebry liniowej oraz formułować podstawowe, jak i bardziej zaawansowane definicje algebry liniowej.
Treści programowe dla zajęć:
Macierz przekształcenia liniowego, jądro i obraz przekształcenia liniowego, własności jądra i obrazu. Przestrzenie przekształceń liniowych.
Przestrzeń ilorazowa I twierdzenie o izomorfizmie dla przestrzeni liniowych
Zagadnienie własne dla macierzy kwadratowych oraz endomorfizmów skończenie wymiarowych przestrzeni liniowych. Diagonalizacja macierzy
Forma dwuliniowa, forma hermitowska, radykał lewo- i prawostronny formy, macierz formy w bazie
Iloczyn skalarny, przestrzeń euklidesowa i unitarna, algorytm ortogonalizacji Grama-Schmidta
Forma kwadratowa, macierz formy. Sprowadzanie formy kwadratowej do postaci kanonicznej.
Formy kwadratowe o współczynnikach rzeczywistych i ich określoność, diagonalizacja macierzy symetrycznych o współczynnikach rzeczywistych.
Postać Jordana macierzy.

Nazwa zajęć: Rachunek prawdopodobieństwa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe definicje i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i rozumie ich znaczenie.
2. zna podstawowe metody dowodowe stosowane w rachunku prawdopodobieństwa.
3. rozumie znaczenie teoretycznych podstaw rachunku prawdopodobieństwa dla zastosowań w statystyce i nie tylko.
w zakresie umiejętności:
1. umie podać podstawowe definicje i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i rozumie ich znaczenie.
2. umie przeprowadzić dowody podstawowych twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa
3. umie zinterpretować problem w języku rachunku prawdopodobieństwa

4. umie wykorzystać wiedzę teoretyczną z rachunku prawdopodobieństwa do rozwiązania zadań problemowych.

Treści programowe dla zajęć:

Aksjomatyczna definicja prawdopodobieństwa (w kontekście wiedzy z teorii miary), przestrzenie probabilistyczne dyskretnych i przestrzenie probabilistyczne z prawdopodobieństwem geometrycznym

Prawdopodobieństwo warunkowe, wzór łańcuchowy, wzór na prawdopodobieństwo całkowite, wzór Bayesa

Niezależność zdarzeń, próby Bernoulliego, ciągi niezależnych eksperymentów

Zmienne losowe, wektory losowe, rozkłady zmiennych losowych, rozkłady łączne, typy rozkładów, dystrybuanta, niezależność zmiennych losowych, sploty zmiennych losowych

Momenty zmiennych losowych, wartość oczekiwana, wariancja, momenty rozkładów łącznych, kowariancja, odchylenie standardowe

Rozkłady warunkowe, warunkowa wartość oczekiwana, martyngały

Nierówności probabilistyczne, nierówność Markowa, Czebyszewa-Bienaymé, Bernsteina, Chernoffa

Typy zbieżności zmiennych losowych, twierdzenia graniczne, Prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne

Funkcje tworzące prawdopodobieństwa, funkcje tworzące momenty i funkcje charakterystyczne z zastosowaniem do twierdzeń granicznych

Nazwa zajęć: Algebra liniowa 1

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie podstawowe pojęcia i twierdzenia algebry liniowej

w zakresie umiejętności:

1. potrafi rozwiązywać dowolne układy równań liniowych oraz określić rząd danej macierzy, znaleźć postacie zredukowane
2. potrafi wykonywać operacje na macierzach, znajdować macierz odwrotną za pomocą różnych metod, obliczać wyznacznik macierzy kwadratowych
3. potrafi badać liniową zależność wektorów, znajdować bazy i wymiary przestrzeni liniowych, znajdować macierz przejścia od bazy do bazy, itp.
4. potrafi rozróżniać struktury algebraiczne; określić, czy dany zbiór jest podprzestrzenią liniową danej przestrzeni liniowej, czy suma algebraiczna podprzestrzeni liniowych jest sumą prostą, itp.
5. potrafi dowodzić i formułować podstawowe fakty i twierdzenia algebry liniowej oraz formułować podstawowe definicje algebry liniowej

Treści programowe dla zajęć:

Struktury algebraiczne. Arytmetyka w różnych ciałach. Macierz o m wierszach n kolumnach i elementach/współczynnikach z dowolnego ciała. Postać zredukowana i całkowicie zredukowana macierzy. Rząd macierzy. Układ równań liniowych o współczynnikach z dowolnego ciała. Metoda eliminacji Gaussa-Jordana rozwiązywania układów równań. Twierdzenie Kroneckera-Capellego.

Operacje dodawania macierzy, mnożenia macierzy przez skalar oraz mnożenia macierzy. Macierz transponowana i hermitowsko-sprzężona. Własności działań. Ślad macierzy. Macierze elementarne. Macierz odwrotna, odwracalna, osobliwa, nieosobliwa. Algorytm odwracania macierzy za pomocą operacji elementarnych.

Wyznacznik macierzy kwadratowej. Własności wyznacznika; twierdzenie Laplace'a, wzór Sarrusa; twierdzenie Cauchy'ego. n-ta grupa liniowa, n-ta specjalna grupa liniowa, n-ta grupa ortogonalna, itd. Macierz dołączona oraz wzór na macierz odwrotną wykorzystujący wyznacznik i macierz dołączoną. Minor macierzy, minor obejmujący. Metoda minorów obejmujących (dot. obliczania rzędu macierzy). Wzory Cramera.

Przestrzeń liniowa i podprzestrzeń liniowa. Układ wektorów oraz kombinacja liniowa układu wektorów. Powłoka liniowa układu wektorów. Liniowa niezależność oraz liniowa zależność układu wektorów. Baza i wymiar przestrzeni liniowej, współrzędne wektora względem bazy. Twierdzenie Steinitza o wymianie. Suma prosta i algebraiczna podprzestrzeni liniowych. Macierz przejścia od bazy do bazy.

Przekształcenie liniowe, funkcjonał liniowy oraz przestrzeń dualna. Monomorfizm, epimorfizm i izomorfizm przestrzeni liniowych oraz automorfizm i endomorfizm/operator liniowy przestrzeni liniowej. Własności przekształcenia liniowego.

Nazwa zajęć: Logika

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna system aksjomatyczny rachunku zdań.

2. zna aksjomatyczny system rachunku predykatów.
3. zna pojęcie dowodu matematycznego i jego znaczenie w matematyce.
4. zna własności metamatematyczne wybranych teorii matematycznych.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi pracować w systemie aksjomatycznym rachunku zdań.
2. potrafi pracować w aksjomatycznym systemie rachunku predykatów.
3. potrafi konstruować dowody formalne.
4. potrafi rozpoznawać ważne własności metamatematyczne teorii matematycznych.

Treści programowe dla zajęć:

Rachunek zdań: sformalizowany język rachunku zdań, funkcje prawdziwościowe i wartościowania, tautologie, schematy wnioskowania, semantyczne twierdzenie o podstawianiu i odrywaniu, aksjomatyczne systemy rachunku zdań, pojęcie dowodu i konsekwencji oraz ich własności, postaci normalne, twierdzenia o pełności i niesprzeczności rachunku zdań.

Rachunek predykatów: język rachunku predykatów, aksjomaty rachunku predykatów i reguły dowodzenia, przykłady tez rachunku predykatów, pojęcie dowodu i konsekwencji oraz ich własności, twierdzenie o dedukcji, niesprzeczność rachunku predykatów, postaci prefiksowe.

Przykłady systemów dedukcyjnych, np. arytmetyka PA, teoria mnogości, teoria grup, algebry Boole'a.

Nazwa zajęć: Algebra

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe pojęcia teorii grup.
2. zna zasadnicze pojęcia teorii pierścieni.
3. zna podstawowe pojęcia teorii ciał.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi obliczać lub wskazywać podgrupy, warstwy, indeksy podgrup wybranych grup.
2. potrafi obliczać grupę ilorazową oraz stosować pierwsze twierdzenie o izomorfizmie.
3. potrafi klasyfikować grupy cykliczne.
4. potrafi posługiwać się pojęciem grupy symetrycznej, w tym permutacji i związanymi z tym zagadnieniami.
5. potrafi posługiwać się wybranymi pojęciami teorii pierścieni, w tym wskazywać elementy odwracalne, nilpotentne, dzielniki zera, obliczać ideały i grupy ilorazowe, badać pierścienie przemienne oraz pierścienie wielomianów.
6. potrafi stosować podstawowe pojęcia związane z rozszerzeniami algebraicznymi ciał.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania zaawansowanych pojęć z algebry abstrakcyjnej na poziomie studiów II stopnia.

Treści programowe dla zajęć:

Zasadnicze pojęcia teorii grup: podgrupa, warstwa, twierdzenie Lagrange'a, indeks podgrupy.

Grupa ilorazowa: homomorfizmy grup, jądro i obraz homomorfizmu, dzielnik normalny, konstrukcja grupy ilorazowej i homomorfizmu kanonicznego, I twierdzenie o izomorfiźmie i jego zastosowania do konstrukcji homomorfizmów grup.

Grupy cykliczne: definicja i klasyfikacja, dziedziczność ze względu na podgrupy i obrazy homomorfizmów.

Grupy symetryczne: rozkład permutacji na rozłączne cykle, znak permutacji, grupa alternująca, twierdzenie Cayley'a, reprezentacja macierzowa grupy skończonej, działanie grupy na zbiorze, klasy sprzężoności i równanie klas, dzielniki normalne w Snn, twierdzenie Cauchy'ego, twierdzenia Sylowa.

Zasadnicze pojęcia teorii pierścieni: elementy odwracalne, nilpotentne, dzielniki zera, grupa jedności, dziedziny całkowitości.

Ideały i pierścienie ilorazowe: definicja ideału i związek z jądrem homomorfizmu, pierścień ilorazowy, I-sze twierdzenie o izomorfizmie, generatory ideału, ideały główne, dziedziny ideałów głównych, operacje na ideałach - dodawanie, przekrój i mnożenie ideałów, działania na ideałach w Z.

Pierścienie przemienne: ideały maksymalne i pierwsze, charakteryzacja jądra homomorfizmu na dziedzinę całkowitości i na ciało, twierdzenie chińskie o resztach dla dowolnego pierścienia przemiennego i dla Z, zastosowania CTR do rozwiązywania kongruencji w Z i w K[x].

Pierścienie wielomianów: definicja, stopień wielomianu, algorytm dzielenia z resztą, K[x] jest dziedziną ideałów głównych, kryteria nierozkładalności wielomianów w Q[x] - przez redukcję współczynników i kryterium Eisensteina, pierścień wielomianów wielu zmiennych, pierwiastki, twierdzenie Bezouta.

Rozszerzenia algebraiczne ciał: elementy algebraiczne i przestępne, wielomian minimalny, baza i stopień rozszerzenia, multiplikatywność stopnia, rozszerzenie skończone jest algebraiczne.

Zastosowania teorii ciał. Konstrukcje geometryczne: liczby konstruowalne, kwadratura koła, trysekcja kąta i podwojenie sześcianu. Konstrukcja geometryczna siedemnastoboku foremnego.

Nazwa zajęć: Równania różniczkowe
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe pojęcia dotyczące równań różniczkowych (pojęcie równania różniczkowego, rodzaje równań różniczkowych, rodzaje rozwiązań, zagadnienie początkowe, interpretacja geometryczna)
2. zna podstawowe pojęcia dotyczące układów równań różniczkowych zwyczajnych (pojęcie układu normalnego równań różniczkowych zwyczajnych, rodzaje rozwiązań, zagadnienie Cauchy'ego, całka pierwsza, całka ogólna).
3. zna podstawowe problemy, którymi zajmuje się teoria równań różniczkowych zwyczajnych oraz potrafi sformułować podstawowe twierdzenia tej teorii.
4. zna podstawy ogólnej teorii układów liniowych równań różniczkowych ze szczególnym uwzględnieniem układów liniowych równań różniczkowych o stałych współczynnikach.
5. zna podstawy teorii równań różniczkowych wyższych rzędów ze szczególnym uwzględnieniem równań różniczkowych liniowych rzędu n.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi podać przykłady zagadnień fizycznych, które można opisać w języku równań różniczkowych zwyczajnych.
2. potrafi rozpoznać podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu (równanie o rozdzielających się zmiennych, równanie liniowe (jednorodne i niejednorodne), równanie różniczkowe zupełne) oraz zastosować odpowiednią metodę do ich rozwiązywania.
3. potrafi skonstruować układy fundamentalne rozwiązań układów jednorodnych oraz zna metody rozwiązywania układów niejednorodnych.
4. potrafi sprowadzić równania różniczkowe wyższych rzędów do odpowiednich układów równań różniczkowych oraz obniżać rząd takich równań.
5. potrafi rozwiązywać równania liniowe rzędu n o stałych współczynnikach (jednorodne i niejednorodne).
Treści programowe dla zajęć:
Pojęcie równania różniczkowego, dziedziny równania, zagadnienia Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań równań różniczkowych, geometryczna interpretacja równania różniczkowego.
Przykłady równań różniczkowych, opisujących konkretne zjawiska fizyczne (np. równanie oscylatora, równanie opisujące kształt wiszącego przewodu elektrycznego).
Podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu (równanie o rozdzielających się zmiennych, równanie liniowe pierwszego rzędu, równanie różniczkowe zupełne).
Pojęcie układu równań różniczkowych zwyczajnych, zagadnienie Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań układu równań różniczkowych, całka ogólna układu.
Podstawowe twierdzenia teorii równań różniczkowych zwyczajnych (twierdzenia typu Peana, twierdzenia typu Picarda, twierdzenia o zależności rozwiązań od warunków początkowych i parametru, twierdzenia o przedłużaniu rozwiązań oraz twierdzenia Knesera).
Układy liniowych równań różniczkowych (wyznacznik Wrońskiego, wzór Jacobiego-Liouvilla-Ostrogradskiego, układ fundamentalny rozwiązań, metoda Lagrange'a rozwiązywania układów niejednorodnych).
Układy liniowe równań różniczkowych o stałych współczynnikach (np. metoda Eulera rozwiazywania takich układów).
Równania różniczkowe wyższych rzędów (zagadnienie Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań, sprowadzanie do układu równań różniczkowych zwyczajnych).
Równania różniczkowe liniowe rzędu n (wyznacznik Wrońskiego, wzór Jacobiego-Liouvilla-Ostrogradskiego, układ fundamentalny rozwiązań, obniżanie rzędu równania różniczkowego, metoda Lagrange'a rozwiązywania równań niejednorodnych)
Równania liniowe rzędu n o stałych współczynnikach (konstrukcja układu fundamentalnego rozwiązań, metoda przewidywań rozwiązywania pewnych typów równań niejednorodnych).

Nazwa zajęć: Elementy statystyki matematycznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna konstrukcję modelu statystycznego oraz zna pojęcia statystyk dostatecznych i zupełnych.
2. Zna pojęcie estymatora.

3. Zna pojęcie przedziału ufności.
4. Zna pojęcie testu statystycznego.
5. Zna testy t Studenta.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi zbudować model statystyczny oraz wyznaczyć statystyki dostateczne i zupełne.
2. Potrafi sprawdzić nieobciążoność estymatora oraz w podstawowych modelach potrafi wyznaczać estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
3. Potrafi wyznaczać estymatory metodami momentów oraz największej wiarogodności.
4. Potrafi w podstawowych modelach wykonać konstrukcję przedziału ufności w oparciu o funkcje centralne.
5. Potrafi wyznaczyć test najmocniejszy z wykorzystaniem lematu Neymana-Pearsona.
6. Potrafi wyznaczyć test metodą ilorazu wiarogodności.

Treści programowe dla zajęć:

Model statystyczny: przestrzeń próby i przestrzeń parametrów; model parametryczny i nieparametryczny; statystyka i jej rozkład; statystyki dostateczne; twierdzenie o faktoryzacji; statystyki zupełne.
Estymacja punktowa: definicja estymatora; estymatory nieobciążone; estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
Estymacja punktowa: wyznaczanie estymatorów metodami momentów oraz największej wiarogodności.
Przedziały ufności: definicja przedziału ufności; konstrukcja przedziałów ufności w oparciu o funkcje centralne.
Weryfikacja hipotez statystycznych: hipoteza zerowa i alternatywna; test statystyczny; obszar krytyczny; błędy pierwszego i drugiego rodzaju; testy najmocniejsze – lemat Neymana-Pearsona.
Weryfikacja hipotez statystycznych: wyznaczanie testów metodą ilorazu wiarogodności.

Nazwa zajęć: Wstęp do filozofii
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. Wylicza podstawowe zagadnienia i kierunki refleksji filozoficznej
2. Opisuje zagadnienia i kierunki refleksji filozoficznej

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Docenia znaczenie refleksji filozoficznej dla rozwoju kultury symbolicznej i materialnej

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie: filozofia – przedmiot, metoda, specyfika. Dyscypliny filozoficzne: epistemologia, ontologia, metafizyka, etyka, estetyka, aksjologia, antropologia filozoficzna
Tradycyjne „paradygmaty” uprawiania filozofii: droga Demokryta – droga Sokratesa, Filozof jako kapłan – Filozof jako błazen
Charakterystyka założeń głównych kierunków filozofii: racjonalizm – irracjonalizm, racjonalizm – empiryzm, realizm – idealizm
Epistemologia: główne zagadnienia i problemy – klasyczna koncepcja wiedzy i jej krytyka, typy wiedzy, tropy sceptyczne, metafizyczna refleksja nad poznawaniem (stanowisko realistyczne i jego krytyka – idealizm i jego krytyka)
Zagadnienie źródeł poznania: płaszczyzna psychologiczna, płaszczyzna metodologiczna – charakterystyka, przedstawiciele
Zagadnienie granic poznania: ujęcie immamentne, ujęcie transcendentne, stanowisko idealistyczne (przedstawiciele, postulaty, krytyka), stanowisko realistyczne (przedstawiciele, postulaty, krytyka) – ujęcie historyczne
Zagadnienia przedmiotów idealnych: stanowiska, pojęcia, spór o uniwersalia (ujęcie historyczne, implikacje współczesne)
Zagadnienie prawdy: podział koncepcji (epistemiczne – nieepistemiczne)
Metafizyka: dogmaty, metafizyka spekulatywna, analityczna, przyrodnicza;
implikacje metafizyczne: ontologiczne, epistemologiczne, przyrodoznawcze, religijne i etyczne
Paradygmaty refleksji filozoficznej (ujęcie historyczne: ontologiczny, mentalistyczny, lingwistyczny)

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. Zna pojęcie funkcji pierwotnej, całki nieoznaczonej oraz całki oznaczonej. Zna ich własności i relacje zachodzące pomiędzy nimi. Zna i rozumie twierdzenia o całkowaniu przez części i o zamianie zmiennej w całce. Rozumie znaczenie twierdzeń o wartości średniej w rachunku całkowym
2. Zna definicję całki Riemanna oraz jej podstawowe własności. Rozumie kryterium całkowalności i jego znaczenie w dowodzeniu istnienia całek z funkcji ciągłych i monotonicznych. Zna wzór Newtona-Leibniza. Rozumie interpretację geometryczną całki. Zna zastosowania całki Riemanna, w tym wzory na długość krzywej regularnej, na pole powierzchni i objętość bryły obrotowej.
3. Zna definicje całki niewłaściwej oraz kryteria do badania zbieżności do tych całek. Rozumie analogie pomiędzy teoriami całek niewłaściwych i szeregów liczbowych. Zna funkcję Gamma Eulera.
4. Rozumie zbieżność ciągów i szeregów o wyrazach zespolonych. Zna pojęcie ciągłości i różniczkowalności w kontekście funkcji zmiennej zespolone. Rozumie analogie z definicjami ciągłością i różniczkowalnością funkcji zmiennej rzeczywistej.
5. Zna pojęcia zbieżności punktowej i jednostajnej ciągów i szeregów funkcyjnych oraz kryteria zbieżności jednostajnej Cauchy'ego i Weierstrassa. Zna związki zbieżności jednostajnej z ciągłością, różniczkowaniem i całkowaniem. Jest świadomy, że istnieją funkcje ciągłe nigdzie nieróżniczkowalne.
6. Zna definicje szeregu potęgowego i promienia zbieżności oraz wzór Cauchy'ego-Hadamarda. Zna własności sumy szeregu potęgowego w przedziale zbieżności i rozwinięcia w szereg potęgowy funkcji wykładniczej i funkcji trygonometrycznych. Zna związki pomiędzy funkcją wykładniczą a funkcjami trygonometrycznymi
7. Zna definicję i podstawowe własności szeregu Fouriera. Zna postać trygonometryczną i zespoloną tych szeregów.
8. Zna definicję przestrzeni metrycznej i przykłady tych przestrzeni. Rozumie własności zbiorów otwartych i domkniętych, spójnych i zwartych. Zna pojęcia domknięcia, wnętrza i brzegu zbioru. Zna definicje ciągu zbieżnego, warunku Cauchy'ego i przestrzeni zupełnej. Wie, że przestrzeń euklidesowa skończenie wymiarowa jest zupełna. Zna twierdzenie Banacha o kontrakcji. Zna definicje funkcji ciągłej w przypadku funkcji określonej na przestrzeni metrycznej oraz jej własności na zbiorach zwartych i spójnych. Widzi różnicę pomiędzy spójnością a łukową spójnością.
9. Zna definicję i podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi obliczać funkcje pierwotne dla funkcji wymiernych oraz niektórych funkcji niewymiernych i funkcji trygonometrycznych. Umie stosować twierdzenia o całkowaniu przez części i o zamianie zmiennej w całce.
2. Potrafi podać przykłady funkcji całkowalnych i niecałkowalnych w sensie Riemanna. Potrafi wyznaczyć całki górą, dolną i całkę Riemanna prostych funkcji. Potrafi zastosować wzory na pole powierzchni, długość łuku i objętość bryły obrotowej.
3. Potrafi stosować kryteria zbieżności całek niewłaściwych do badania zbieżności tych całek. Potrafi stosować całkowe kryterium zbieżności szeregów.
4. Potrafi dokonywać obliczeń w ciele liczb zespolonych. Umie zbadać ciągłość i różniczkowalność prostych funkcji zmiennej zespolonej.
5. Potrafi sprawdzić czy proste ciągi funkcyjne są zbieżne i czy jest to zbieżność punktowa czy jednostajna. Umie badać zbieżność jednostajną za pomocą kryteriów Weierstrassa i Cauchy'ego.
6. Potrafi rozwijać funkcje w szereg potęgowy i stosować twierdzenie Abela.
7. Potrafi rozwijać funkcje w szereg Fouriera i badać zbieżność szeregu.
8. Potrafi określić czy podzbiór przestrzeni euklidesowej jest otwarty, domknięty, zwarty, spójny. Umie znaleźć granice ciągów w wybranych przestrzeniach metrycznych. Potrafi stosować twierdzenie Banacha o kontrakcji do rozwiązywania prostych równań nieliniowych.
9. Umie obliczać całki Riemanna-Stieltjesa.

Treści programowe dla zajęć:

1. Definicja funkcji pierwotnej.
2. Podstawowe własności całki nieoznaczonej.
3. Całkowanie przez części i przez podstawienie.
4. Najważniejszych typów całek nieoznaczonych dających się obliczyć w sposób elementarny: całkowanie funkcji wymiernych, niewymiernych, podstawienia Eulera, całkowanie funkcji trygonometrycznych.
5. Definicja całki oznaczonej i jej podstawowe własności.
6. Twierdzenia o wartości średniej dla całek oznaczonych.

1. Definiowanie całki Riemanna oraz całek górnej i dolnej.
2. kryterium całkowalności Cauchy'ego.
3. Podstawowych własności całki: liniowość, monotoniczność, całka z iloczynu funkcji, całka z bezwzględnej wartości funkcji całkowalnej.

4. Całkowalności funkcji ciągłej ifunkcji monotonicznej.
5. Twierdzenia o całce jako funkcji górnej granicy całkowania oraz wzoru Newtona-Leibniza. Twierdzenie o istnieniu funkcji pierwotnej z funkcji ciągłej.
6. Miara Jordana na płaszczyźnie i interpretacja geometryczna całki.
7. Zastosowania całki Riemanna (długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej).
1. Definicji różnych całek niewłaściwych i ich podstawowej własności.
2. Kryteria na zbieżność i bezwzględną zbieżność całek niewłaściwych.
3. Związek pomiędzy zbieżnością całki niewłaściwej a zbieżnością szeregu.
1. Moduł liczby zespolonej i odległość w ciele liczb zespolonych.
2. Zbieżność ciągów i szeregów o wyrazach zespolonych.
3. Ciągłość funkcji zespolonych.
4. Definicja pochodnej zespolonej i jej podstawowe własności.
5. Całkowanie funkcji określonych na przedziale i przyjmujących wartości zespolone.
1. Definicja zbieżności punktowej i jednostajnej ciągów i szeregów funkcyjnych.
2. Warunek Cauchy'ego na zbieżność jednostajną i kryterium Weierstrassa.
3. Twierdzenia o związkach zbieżności jednostajnej z ciągłością, różniczkowaniem i całkowaniem.
4. Przykład funkcji ciągłej na całej prostej, która nie ma pochodnej w żadnym punkcie.
1. Definicja szeregu potęgowego i jego promienia zbieżności.
2. Twierdzenia Cauchy'ego-Hadamarda.
3. Własności sumy szeregu potęgowego w przedziale zbieżności.
4. Rozwijanie funkcji w szereg potęgowy; rozwinięcia funkcji wykładniczej i funkcji trygonometrycznych, szereg dwumienny.
5. Przykłady funkcji mającej pochodne dowolnego rzędu, która nie jest analityczna.
6. Twierdzenia Abela o zachowaniu się sumy szeregu potęgowego na końcach przedziału zbieżności.
7. Analityczna definicja funkcji trygonometrycznych. Związek pomiędzy funkcją wykładniczą i funkcjami trygonometrycznymi, wzory Eulera.
1. Definicja szeregu Fouriera. Wzory Eulera-Fouriera.
2. Lemat Riemanna-Lebesgue'a.
3. Całki Dirichleta i zasada lokalizacji.
4. Zbieżności jednostajna i punktowa szeregu Fouriera.
5. Zamkniętości układu trygonometrycznego; nierówność Bessela i identyczność Parsevala.
1. Definicja i przykładów przestrzeni metrycznych.
2. Zbiory otwarte i domknięte, domknięcie, wnętrze i brzeg zbioru.
3. Zbieżności ciągów w przestrzeniach metrycznych: zbieżność w przestrzeniach euklidesowych skończenie wymiarowych, przestrzenie zupełne.
4. Twierdzenie Banacha o kontrakcji.
5. Zbiory zwarte i spójne oraz ich własności.
6. Definicji granicy funkcji i ciągłości funkcji określonych na przestrzeniach metrycznych. Ciągłość funkcji złożonej i funkcji odwrotnej.
7. Własności funkcji ciągłych na zbiorach zwartych i na zbiorach spójnych.
8. Łukowa spójności i jej związek ze spójnością. Łukowa spójność obszarów w przestrzeni euklidesowej skończenie wymiarowej.
1. Definicja całki Riemanna-Stieltjesa.
2. Całkowanie funkcji ciągłej względem funkcji monotonicznej.
3. Metody obliczania całek Riemanna-Stieltjesa.

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 3
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Zna strukturę liniową i metryczną przestrzeni euklidesowej oraz reprezentacje macierzową odwzorowania liniowego. Umie znajdować reprezentacje macierzową konkretnego odwzorowania.
2. Zna pojęcia pochodnej, pochodnej cząstkowej i kierunkowej oraz występujące pomiędzy nimi związki. Zna podstawowe własności pochodnych i funkcji różniczkowalnych. Rozumie co to są ekstrema funkcji i ekstrema warunkowe. Zna kryteria konieczne i dostateczne występowania ekstremów. Zna twierdzenia o funkcji uwikłanej i odwrotnej a także wzór Taylora.

3. Zna pojęcie wielokrotnej całki Riemanna i jej własności w tym twierdzenie Lebesgue'a i twierdzenie. Fubiniego. Rozumie twierdzenie o zamianie zmiennych i jego znaczenie dla obliczania całek. Zna pojęcia miary Jordana. Potrafi przy pomocy całki obliczyć objętość i pole powierzchni.
4. Zna pojęcia całki krzywoliniowej i powierzchniowej oraz ich związek z różniczkowaniem w tym twierdzenia Greena, Stokesa i Gaussa-Ostrogradskiego.
5. Zna pojęcie całki zależnej od parametru (właściwej i niewłaściwej). Zna własności tych całek.

w zakresie umiejętności:

1. Umie zbadać ciągłość funkcji wielu zmiennych. Umie wyznaczyć granice ciągów w przestrzeni euklidesowej. Potrafi dokonywać operacji na macierzach.
2. Umie obliczać pochodne cząstkowe i kierunkowe funkcji i odwzorować. Umie sprawdzić, czy funkcja jest różniczkowalna w punkcie. Umie wyznaczać ekstrema funkcji i ekstrema warunkowe. Umie wyznaczyć płaszczyznę styczną do powierzchni gładkiej.
3. Umie obliczyć całkę Riemanna wybranych funkcji stosując definicję jak również twierdzenie Fubiniego. Umie zastosować twierdzenie o zamianie zmiennych do obliczania całek wielokrotnych.
4. Umie obliczać całki krzywoliniowe i powierzchniowe zorientowane i niezorientowane wybranych funkcji. Potrafi zastosować twierdzenia Greena, Gaussa-Ostrogradzkiego i Stokesa.
5. Potrafi sprawdzić zbieżność całek niewłaściwych. Potrafi badać własności funkcji zdefiniowanych przez całki zależne od parametru.

Treści programowe dla zajęć:

1. Struktura liniowa i metryczna przestrzeni euklidesowej.
2. Przekształcenia liniowe i jego reprezentacja macierzowa.
3. Ciągłość funkcji wielu zmiennych i odwzorowań.

1. Różniczkowalność i pochodna odwzorowań; twierdzenie o różniczkowaniu funkcji złożonej, twierdzenie owartości średniej.
2. Pochodne cząstkowe, definicja i ich związek z pochodna odwzorowania; macierz Jacobiego.
3. Warunki konieczne i dostateczne różniczkowalności; reguła łańcuchowa.
4. Pochodna kierunkowa i gradient.
5. Pochodne cząstkowe wyższych rzędów, twierdzenie Schwarza, wzór Taylora, ekstrema.
6. Współrzędne krzywoliniowe, płaszczyzna styczna do wykresu funkcji, wektor normalny, wektor styczny.
7. Twierdzenie o funkcjach uwikłanych, twierdzenie o funkcji odwrotnej.
8. Ekstrema warunkowe, mnożniki Lagrange'a.

1. Całka po n-wymiarowym na przedziale; sumy dolna i górna, całki dolna i górna, kryterium całkowalności.
2. Zbiory miary Lebesgue'a zero i objętości zero. Oscylacja funkcji; oscylacja a ciągłość.
3. Twierdzenie Lebesgue'a o całkowalności funkcji ograniczonej.
4. Twierdzenie typu Fubiniego; całkowanie po zbiorach normalnych względem osi, sprowadzenie całki wielokrotnej do całki iterowanej.
5. Zbiory mierzalne w sensie Jordana; całka z funkcji ograniczonej po takim zbiorze.
6. Miara Jordana, zastosowania geometryczne całek wielokrotnych: objętość, pole powierzchni.
7. Dyfeomorfizmy, twierdzenie o zamianie zmiennych w całce wielokrotnej.
8. Wielokrotne całki niewłaściwe. Całka Poissona.

1. Całki krzywoliniowe zorientowane i niezorientowane. Twierdzenie Greena.
2. Nienależność całki krzywoliniowej od drogi. Całka różniczki zupełnej.
3. Całki powierzchniowe. Twierdzenia Stokesa i Gaussa-Ostrogradskiego.

1. Całki z parametrem po przedziale zwartym; ciągłość, różniczkowalność, reguła Leibniza, całkowalność.
2. Niewłaściwe całki z parametrem: zbieżność jednostajna, kryteria Cauchy'ego, Weierstrassa, własności całek.
3. Funkcje beta i gamma Eulera.

Nazwa zajęć: Topologia

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. Zna pojęcie topologii, bazy, podbazy, podstawowe definicje i podstawowe twierdzenia dotyczące przestrzeni zwartych, lokalnie zwartych, spójnych, łukowo spójnych. Posiada wiedzę dotyczącą pojęć funkcji ciągłych i ciągowo ciągłych pomiędzy abstrakcyjnymi przestrzeniami topologicznymi.
2. Zna twierdzenie Tichonowa o produktowaniu przestrzeni zwartych, podstawowe twierdzenia metryzacyjne, Zna pojęcie przestrzeni Hewitta i rolę tego pojęcia w zagadnieniach o rozszerzaniu funkcji ciągłych rzeczywistych.

3. Zna aksjomaty oddzielana dla przestrzeni topologicznych Zna twierdzenie o rozszerzaniu Tietzego, zna twierdzenia o kategoriach Baire'a dla przestrzeni metrycznych zupełnych, zna twierdzenia o zwartości zbiorów w przestrzeniach metrycznych (różne typy zwartości i ich równoważność). Zna podstawowe własności przestrzeni funkcji ciągłych rzeczywistych C(X) z topologią zbieżności punktowej i z topologią zwarto-otwartą. Zna twierdzenie Nagaty o przestrzeniach Cp(X). Posiada znajomość twierdzenia Stone'a-Weierstrassa o aproksymacji nad zwartymi przestrzeniami X. Posiada wstępne wiadomości na temat twierdzenia Banacha-Stone'a: jeżeli K, L są zwartymi zbiorami i przestrzenie Banacha C(K) oraz C(L) są izomorficznie izometryczne, to K, L są homeomorficzne.
4. Zna pojęcie odwzorowań homotopijnych, przykłady i motywacje tworzenia tych pojęć, zna twierdzenia o odwzorowaniach homotopijnych prowadzące do pojęcia typu homotopii. Ma wiedzę związaną z pojęciem przestrzeni ściągalnych. Rozumie pojęcie łukowej spójności przy badaniu i konstruowaniu grup podstawowych homotopii.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia topologiczne do konstruowania specyficznych obiektów matematycznych np. uzwarceń Stone'a-Cecha, potrafi umiejętnie korzystać z tego aparatu przy wyróżnianiu szerokich klas przestrzeni topologicznych homeomorficznych.
2. potrafi stosować twierdzenia Tichonowa, Urysohna, potrafi operować pojęciem lokalnej zwartości i rozumie znaczenie uzwarcenia jednopunktowego Alexandrowa.
3. potrafi operować pojęciami lokalnej spójności, lokalnej łukowej spójności i ich zastosowań do badania grup homotopii.
Treści programowe dla zajęć:
Pojęcie przestrzeni topologicznej, zbiory otwarte, domknięte, wnętrze, punkty skupienia, domknięcie zbioru, baza topologii, różne metody wprowadzania topologii, topologia przestrzeni metrycznych, przykłady.
Przestrzenie zwarte i spójne, twierdzenia charakteryzujące te pojęcia, spójność i zwartość jako niezmienniki homeomorfizmów.
Produkty topologiczne, twierdzenie Tichonowa o przestrzeniach zwartych, zastosowania.
Aksjomaty oddzielania, twierdzenie Urysohna, przykłady i zastosowania, twierdzenie Tietzego, pierwszy i drugi aksjomat przeliczalności.
Przestrzenie lokalnie zwarte i uzwarcenie jednopunktowe, przestrzenie całkowicie regularne, twierdzenia.
Twierdzenia metryzacyjne, przestrzenie metryczne zupełne, zwartość przestrzeni metrycznych (warunki konieczne i dostateczne), ciągowa zwartość, przeliczalna zwartość, uzupełnianie przestrzeni metrycznych.
Zbiory nigdziegęste i brzegowe, twierdzenie Baire'a i zastosowania w topologii i analizie matematycznej.
Pojęcie homotopii, odwzorowania homotopijne, przykłady, podstawowe twierdzenia, typ homotopijny, przestrzenie ściągalne, podstawowe twierdzenia.
Łukowa spójność, związki ze spójnością, grupa podstawowa, grupa podstawowa homotopii.

Nazwa zajęć: Funkcje analityczne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe twierdzenia analizy zespolonej i stosowane w nich typowe rozumowania matematyczne, a w szczególności zna twierdzenie Cauchy'ego i jego konsekwencje.
2. zna i potrafi wskazać specyficzne własności funkcji i ciągów funkcji holomorficznych, które nie zachodzą dla funkcji różniczkowalnych w sensie rzeczywistym; rozumie podstawowe podobieństwa i różnice między analizą rzeczywistą i zespoloną
w zakresie umiejętności:
1. umie sprawdzić różne własności funkcji zespolonej, a w szczególności potrafi sprawdzać różniczkowalność w sensie rzeczywistym i zespolonym funkcji i wskazać na związki pomiędzy tymi własnościami
2. umie rozwijać funkcje w zespolone szeregi potęgowe i szeregi Laurenta, wyznaczać promienie i obszary zbieżności szeregów.
3. umie całkować funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej oraz całkować funkcje zespolone zmiennej zespolonej wzdłuż krzywych.
4. potrafi badać różne typy zbieżności ciągów i szeregów funkcyjnych analitycznych.
5. umie wyznaczać zera i bieguny funkcja oraz ich krotności i rzędy; potrafi klasyfikować punkty osobliwe odosobnione funkcji holomorficznych; umie wyznaczać residua funkcji i stosować je do obliczania całek niewłaściwych

Treści programowe dla zajęć:
Granica, ciągłość, R-różniczkowalność funkcji jednej zmiennej zespolonej o wartościach zespolonych. Pochodna zespolona. Podstawowe reguły różniczkowania. Równania Cauchy'ego-Riemanna i związek między R- i C-różniczkowalnością. Funkcje holomorficzne.
Przykłady funkcji holomorficznych. Wielomiany, funkcje wymierne, szeregi potęgowe. Holomorficzność sumy szeregi potęgowego. Funkcje analityczne. Funkcje elementarne.
Całka Riemanna funkcji rzeczywistej o wartościach zespolonych. Podstawowe własności i reguły całkowania. Funkcje analityczne definiowane całkami zależnymi od parametru.
Całki krzywoliniowe (całkowanie wzdłuż krzywych). Indeks punktu względem krzywej.
Twierdzenie Cauchy'ego dla trójkąta. Istnienie funkcji pierwotnych dla funkcji holomorficznych. Twierdzenie i wzór Cauchy'ego dla obszarów wypukłych. Analityczność funkcji holomorficznych.
Nierówność Cauchy'ego. Funkcje całkowite. Twierdzenie Liouville'a. Dowód zasadniczego twierdzenia algebry.
Zera funkcji holomorficznych. Twierdzenie o jednoznaczności. Zasada maksimum.
Ciągi i szeregi funkcji holomorficznych. Zbieżność niemal jednostajna. Holomorficzność granicy. Twierdzenie Morrery.
Szeregi Laurenta, ich obszary zbieżności i holomorficzność sumy szeregu. Funkcje holomorficzne w pierścieniu.
Klasyfikacja punktów osobliwych odosobnionych. Twierdzenia Riemanna i Cassarotiego-Weierstrassa. Residuum funkcji. Zastosowania residuów do obliczania całek. Residuum pochodnej logarytmicznej.
Rodziny normalne. Twierdzenia Arzeli, Montela i Vitaliego.

Nazwa zajęć: Ochrona własności intelektualnej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna istotę prawnej ochrony dóbr własności intelektualnej, źródła prawa, cele i funkcje poszczególnych regulacji mieszczących się w zakresie tego obszaru prawa.
2. zna konstrukcję przedmiotu prawa autorskiego (utwór), podmiotu uprawnionego (twórca i in.) oraz praw autorskich.
3. zna konstrukcję poszczególnych praw własności przemysłowej (patent, prawo ochronne na wzór użytkowy, prawo z rejestracji wzoru przemysłowego, prawo ochronny na znak towarowy).
w zakresie umiejętności:
1. potrafi wyjaśnić na czym polega istota prawnej ochrony dóbr własności intelektualnej oraz wskazać źródła prawa, cele i funkcje poszczególnych regulacji mieszczących się w zakresie tego obszaru prawa.
2. potrafi objaśnić konstrukcję przedmiotu prawa autorskiego (utwór), podmiotu uprawnionego(twórca i in.) oraz praw autorskich.
3. potrafi objaśnić konstrukcję poszczególnych praw własności przemysłowej (patent, prawo ochronne na wzór użytkowy, prawo z rejestracji wzoru przemysłowego, prawo ochronny na znak towarowy).
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do szanowania i przestrzegania praw autorskich w pracy zawodowej.
Treści programowe dla zajęć:
Prawo autorskie; pojęcie utworu, twórcy i jego następcy prawnego. Osobiste i majątkowe prawa autorskie oraz ich ochrona, prawa pokrewne.

Prawo własności przemysłowej: patenty, wzory użytkowe, znaki towarowe, wzory przemysłowe. Warunki przyznania ochrony, czas trwania ochrony, procedura uzyskania ochrony. Zakres ochrony. Postępowania o unieważnienie i sprzeciwy.
Dobra osobiste: pojęcie, ochrona dóbr osobistych.
Egzekwowanie praw własności intelektualnej: sądy właściwe; zasady oceny naruszeń; warunki konieczne pozwu; postępowania w sprawach własności intelektualnej.

Nazwa zajęć: Klasyczna geometria w zadaniach z Olimpiady Matematycznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. rozumie różnicę pomiędzy aksjomatem a twierdzeniem.
2. zna i rozumie podstawowe twierdzenia planimetrii: twierdzenia Talesa, Pitagorasa, Apoloniusz, Ptolemeusza, Eulera, Cevy i Menelaosa.
3. zna i rozumie podstawowe twierdzenia trygonometryczne planimetrii: twierdzenia sinusów i cosinusów.
w zakresie umiejętności:

1. potrafi zastosować aksjomaty i twierdzenia o przystawaniu trójkątów.
2. potrafi zastosować podstawowe twierdzenia planimetrii takie jak: twierdzenie Talesa i twierdzenie do niego odwrotne, twierdzenie Pitagorasa, twierdzenie o kątach wpisanych i środkowych w konkretnych problemach geometrycznych.
3. potrafi zastosować twierdzenia o współliniowości punktów i współpękowości prostych w konkretnych problemach geometrycznych.
4. potrafi zastosować rozumowania z użyciem trygonometrii do rozwiazywania problemów geometrycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Aksjomaty przyjmowane współcześnie w geometrii płaszczyzny i aksjomaty przyjęte przez Euklidesa w "Elementach". Konsekwencje przyjętych aksjomatów dla mierzenia odległości i mierzenia kątów na płaszczyźnie. Wektory i translacje na płaszczyźnie.
Cechy przestawania trójkątów, nierówność trójkąta, odległość punktu od prostej.
Twierdzenie Talesa i jego zastosowania.
Własności kół i okręgów.
Własności wielokątów na płaszczyźnie.
Twierdzenia o współliniowości punktów i o współpekowosci prostych.
Twierdzenie sinusów i cosinusów dla trójkątów na płaszczyźnie i tożsamości trygonometryczne.
Kilka podstawowych twierdzeń stereometrii.

Nazwa zajęć: Teoria miary i całki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna specyfikę dziedziny miary, jej najważniejsze własności oraz rodzaje miar.
2. Rozumie pojęcie mierzalności funkcji, zna najważniejsze własności funkcji mierzalnych oraz rozróżnia typy zbieżności ciągów takich funkcji.
3. Zna kolejne etapy definiowania całki z funkcji mierzalnej i własności całki.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi przedstawić konstrukcję miary Lebesgue'a i wykazać jej najważniejsze własności.
2. Potrafi formułować i uzasadniać własności przestrzeni funkcji całkowalnych z p-tą potęgą.

Treści programowe dla zajęć:
Pojęcie i przykłady przestrzeni z miarą, typy miar (atomowe, bezatomowe, ośrodkowe, absolutnie ciągłe, singularne, produktowe) oraz ich rozkłady.
Wprowadzenie miary Lebesgue'a w przestrzeni n-wymiarowej oraz charakterystyczne własności tejże miary.
Mierzalność funkcji i działania na funkcjach zachowujące mierzalność oraz zbieżności ciągów funkcji mierzalnych: prawie jednostajna, prawie wszędzie, wg miary.
Całka z funkcji mierzalnej oraz jej własności jako funkcjonału i jako funkcji zbioru.
Twierdzenia o przechodzeniu do granicy pod znakiem całki oraz twierdzenie Radona-Nikodyma.
Miary produktowe i związki całki względem takiej miary z całkami iterowanymi.
Mnogościowe, algebraiczne i topologiczne własności przestrzeni funkcji całkowalnych z p-tą potęgą: inkluzje, zupełność, ośrodkowość.

Nazwa zajęć: Język niemiecki A2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie umiejętności:
1. potrafi porozumiewać się w rutynowych, prostych sytuacjach komunikacyjnych, wymagających jedynie bezpośredniej wymiany zdań na tematy znane i typowe. Potrafi w prosty sposób opisywać swoje pochodzenie i otoczenie, w którym żyje, a także poruszać sprawy związane z najważniejszymi potrzebami życia codziennego.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem krótsze teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym.
3. potrafi zrozumieć i produkować w j. niemieckim dłuższe wypowiedzi ustne o tematyce ogólnej, a w szczególności o tematyce specjalistycznej z zakresu językoznawstwa, prezentacja monologowa, negocjacje – wypowiedź argumentacyjna, dyskusja, debata.

4. potrafi skutecznie i poprawnie, zarówno pod względem norm językowych jak i umiejętności dyskursywnych uczestniczyć w komunikacji pisemnej z elementami języka specjalistycznego przewidzianej dla poziomu B2+ w Europejskim systemie opisu kształcenia językowego.
5. potrafi samodzielnie posługiwać się różnymi źródłami informacji dotyczących słownictwa i gramatyki języka niemieckiego w zakresie wykraczającym poza treści nauczania; potrafi samodzielnie wyszukiwać i pracować z niemieckojęzycznymi artykułami naukowymi.

Treści programowe dla zajęć:

Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych oraz czasowników modalnych

Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: zaimek dzierżawczy w mianowniku, bierniku oraz celowniku, odmiana czasowników nieregularnych, okoliczniki czasu, stopniowanie przysłówków, zdania porównawcze

Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: rodzina – członkowie rodziny, przebieg dnia w rodzinie, czynności dnia codziennego, obowiązki domowe jedzenie i picie – produkty żywnościowe, przepisy na proste dania, posiłki, przyzwyczajenia żywieniowe, zakupy – lista zakupów, miary i wagi, zamawianie jedzenia pogoda - zjawiska pogodowe, pory roku, zmiany klimatu urlop i czas wolny– aktywności w czasie wolnym, miejsca wypoczynku, środki lokomocji

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.

Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.

Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści tematu 3.

Nazwa zajęć: Statystyka matematyczna

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna pojęcia podstawowe statystyki.
2. Zna pojęcie estymatora.
3. Zna pojęcie przedziału ufności.
4. Zna pojęcie testu statystycznego.
5. Zna testy t Studenta.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi opisać rozkład empiryczny przy pomocy szeregu rozdzielczego, histogramu oraz potrafi obliczyć i zinterpretować wartości statystyk opisowych.
2. Potrafi zbudować model statystyczny oraz wyznaczyć statystyki dostateczne i zupełne.
3. Potrafi sprawdzić jego nieobciążoność oraz w podstawowych modelach potrafi wyznaczać estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
4. Potrafi wyznaczać estymatory metodami momentów oraz największej wiarogodności.
5. Potrafi w podstawowych modelach wykonać konstrukcję przedziału ufności w oparciu o funkcje centralne.
6. Potrafi wyznaczyć test najmocniejszy z wykorzystaniem lematu Neymana-Pearsona.
7. Potrafi wyznaczyć test metodą ilorazu wiarogodności. Potrafi zastosować testy t Studenta.

Treści programowe dla zajęć:

Pojęcia podstawowe: populacja; cecha (zmienna); typy zmiennych; próba; rozkład empiryczny; opis rozkładu empirycznego – szeregi rozdzielcze; histogramy; statystyki opisowe.

Model statystyczny: przestrzeń próby i przestrzeń parametrów; model parametryczny i nieparametryczny; statystyka i jej rozkład; statystyki dostateczne; twierdzenie o faktoryzacji; statystyki zupełne.

Estymacja punktowa: definicja estymatora; estymatory nieobciążone; estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.

Estymacja punktowa: wyznaczanie estymatorów metodami momentów oraz największej wiarogodności.

Przedziały ufności: definicja przedziału ufności; konstrukcja przedziałów ufności w oparciu o funkcje centralne.

Weryfikacja hipotez statystycznych: hipoteza zerowa i alternatywna; test statystyczny; obszar krytyczny; błędy pierwszego i drugiego rodzaju; testy najmocniejsze – lemat Neymana-Pearsona.

Weryfikacja hipotez statystycznych: wyznaczanie testów metodą ilorazu wiarogodności.

Nazwa zajęć: Język niemiecki B21
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólnoakademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych oraz czasowników modalnych
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: strona bierna, strona bierna z czasownikami modalnymi, Konjunktiv II, konektory, zdania okolicznikowe celu, zdania przydawkowe
Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: relacje – relacje międzyludzkie, przyjaźń, cechy charakteru, charakterystyka dobrego przyjaciela, miłość, uczucia, etapy związku, trudności w związku, konflikty rodzinne, zdrowie – dbałość o zdrowie, zdrowe odżywianie, problemy i porady zdrowotne, nazwy chorób, czynności wykonywane przez lekarza i pacjenta, wizyta u lekarza szkoła, uniwersytet – wybór studiów i szkoły wyższej, wymarzone studia, obowiązki studenta, życie studenckie, ścieżki kariery, finansowanie nauki reklama - znaczenie reklamy, sztuczki stosowane w reklamie, wybory konsumenckie, podatność na reklamę, sukces w biznesie
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Przetwarzanie i wizualizacja danych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:
1. Zna podstawowe kroki przygotowania danych do dalszych analiz.
2. Zna podstawowe metody statycznej wizualizacji danych
3. Zna podstawowe metody interaktywnej wizualizacji danych

w zakresie umiejętności:
1. Zna podstawowe biblioteki w języku R do wstępnego przygotowania danych do analizy
2. Zna podstawowe biblioteki w języku R do wizualizacji danych
3. Zna podstawowe narzędzia w języku R do tworzenia raportów.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Potrafi pracować w grupie nad praktycznymi problemami wykorzystującymi metody przygotowania i wizualizacji danych.

Treści programowe dla zajęć:
Podstawy języka R
Podstawy grafiki w R
Biblioteki: tibble, tidyr, dplyr
Biblioteka ggplot2, mapy
Biblioteki: lubridate, stringr, purrr
Biblioteki: plotly, highcharter, morrisjs
Biblioteka shiny

Nazwa zajęć: Język niemiecki B1

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób w zakresie problematyki związanej ze swoim otoczeniem jak i w zakresie tematyki ogólnoakademickiej.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć dostosowany do poziomu oryginalny materiał audio lub wideo na poziomie ogólnym oraz wychwytując niezbędne szczegóły.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych, czas przyszły Futur 1
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: partykuły modalne, rekcja czasownika, czasowniki ruchu, werden + bezokolicznik, zdania względne, słowotwórstwo, przyimki czasowe
Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: dni świąteczne: przyjęcia i uroczystości z rożnych okazji, święta, tradycje, obrzędy, zaproszenia, rady dla gości i gospodarzy uroczystości w drodze: środki komunikacji, zakup biletów, zachowanie na dworcu/ lotnisku, sposoby podróżowania, miejsca docelowe, sposoby spędzania czasu w poszczególnych miejscach (np. w górach, nad morzem) warunki noclegowe, wrażenia i przeżycia urlopowe, szczegółowy opis drogi, wymarzona podróż, przedmioty przydatne w podróży mieszkanie: wymarzony dom/mieszkanie, wyposażenie mieszkania, okolica miejsca zamieszkania, warunki mieszkaniowe, doświadczenia z mieszkania we wspólnocie mieszkaniowej, własna sytuacja mieszkaniowa, zamiana mieszkania muzyka: instrumenty muzyczne, style muzyczne, gusty muzyczne, znani muzycy, koncert, przedstawienie muzyczne
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Język niemiecki B22
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólnoakademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Plusquamperfekt
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: Konjuktiv – mowa zależna, formy strony biernej, Nomen, rekcja przymiotnika, imiesłów I i imiesłów II jako przydawka, zdania modalne
Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: zawód i wykształcenie: nazwy zawodów, czynności i obowiązki typowe dla poszczególnych zawodów, atrybuty poszczególnych zawodów, wymarzony zawód, szczegółowy życiorys, kompetencje zawodowe, doświadczenie zawodowe, aplikacja, rozmowa o pracę świadomość ciała i sport – dbałość o wygląd i kondycję fizyczną, pojęcie piękna, sport, sporty ekstremalne media: rodzaje mediów, rola mediów, zalety i wady mediów społecznościowych pieniądze: znaczenie pieniędzy, wydatki,

oszczędność, negocjowanie ceny, zwyczaje zakupowe, bank, usługi bankowe, usługi internetowe, zakupy przez Internet, bieda, bogactwo, inwestowanie pieniędzy
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Język angielski A2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi porozumiewać się w rutynowych, prostych sytuacjach komunikacyjnych, wymagających jedynie bezpośredniej wymiany zdań na tematy znane i typowe. Potrafi w prosty sposób opisywać swoje pochodzenie i otoczenie, w którym żyje, a także poruszać sprawy związane z najważniejszymi potrzebami życia codziennego;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem krótsze teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym;
3. potrafi zrozumieć prosty oryginalny materiał audio lub wideo z życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne: Present Simple, Present Continuous, Present Perfect, Present Perfect Continuous, Past Simple, Past Continuous, Past Perfect oraz czasy przyszłe odpowiednie dla poziomu A2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii (np. czasowniki modalne, przymiotniki, strona bierna, zdania warunkowe i mowa zależna) dla poziomu A2.
Słownictwo dotyczące życia codziennego oraz związane z bezpośrednim środowiskiem studenta (jedzenie, osobowość, podróże, zainteresowania, edukacja, zakupy, pieniądze, technologia, podstawowe słownictwo związane z kierunkiem studiów).
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi, domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi, domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Wyrażanie różnorodnych funkcji językowych np. prośby, opisy, wyrażanie opinii, wyrażanie zgody, brak zgody, pytania o pozwolenie, skargi itp.

Nazwa zajęć: Język angielski B22
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak ja na tematy ogólno-akademickie;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje;
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły;
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat;
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego;
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym;
7. potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.
Treści programowe dla zajęć:
Przegląd i utrwalenie umiejętności w zakresie posługiwania się formami i funkcjami czasów gramatycznych odpowiednich dla poziomu B2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: strona bierna, następstwo czasów, zdania celu, porównania, rzeczowniki policzalne i niepoliczalne, przedimki.
Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: system sprawiedliwości, przestępstwa internetowe, świat mediów i e-mediów, problematyka biznesu i ekonomii, reklamy, nowoczesne miasta, wystąpienia publiczne, problemy współczesnej nauki,

tematyka science-fiction oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów.
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularnonaukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.
Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych.

Nazwa zajęć: Język angielski B1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób w zakresie problematyki związanej ze swoim otoczeniem jak i w zakresie tematyki ogólno-akademickiej;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje;
3. potrafi zrozumieć dostosowany do poziomu oryginalny materiał audio lub wideo na poziomie ogólnym, wychwytując niezbędne szczegóły.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne: Present Simple, Present Continuous, Narrative Tenses, Present Perfect, Present Perfect Continuous, Future Perfect, Future Continuous.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: mowa zależna, pytania w mowie zależnej, formy przymiotnikowe i przysłówkowe.
Słownictwo dotyczące życia codziennego i ogólno-akademickiego w zakresie następujących tematów: praca, rozmowa kwalifikacyjna o pracę, służba zdrowia, podróżowanie, moda oraz dress code, środowisko naturalne oraz zmiany klimatyczne.
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych treści językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Matematyka dyskretna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie podstawowe zasady i prawa przeliczania.
2. zna i rozumie zasadę szufladkową.
3. zna i rozumie notację asymptotyczną.
4. zna i rozumie podstawowe pojęcia i fakty potrzebne do stosowania aparatu funkcji tworzących.
5. zna i rozumie podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii grafów.
6. zna przykłady klasycznych zastosowań teorii grafów. Rozumie znaczenie praktyczne teorii grafów - zna podstawowe idee algorytmów związanych z tymi zagadnieniami.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować podstawowe zasady i prawa przeliczania. Umie wykorzystywać zasadę szufladkową. Umie przeprowadzić dowody prostych tożsamości kombinatorycznych.
2. potrafi zidentyfikować wybrane zależności rekurencyjne oraz rozwiązywać je różnymi metodami. W szczególności umie posługiwać się aparatem funkcji tworzących.
3. potrafi posługiwać się notacją asymptotyczną.
4. potrafi się posługiwać podstawowymi pojęciami teorii grafów. Umie podać przykłady, w których stosuje się poznane zagadnienia i twierdzenia teorii grafów w praktyce. W szczególności potrafi posługiwać się klasycznymi algorytmami teorii grafów.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do precyzyjnego przedstawiania problemów praktycznych w języku matematyki dyskretnej (w szczególności teorii grafów) i do wyjaśniania jej znaczenia w zastosowaniach.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe zasady i prawa przeliczania - zasada bijekcji, prawa dodawania i mnożenia. Schematy wyboru. Zasada szufladkowa.
Zasada włączania i wyłączania. Tożsamości kombinatoryczne. Współczynniki wielomianowe.
Zależności rekurencyjne. Układanie i rozwiązywanie prostych i liniowych równań rekurencyjnych.
Złożone zależności rekurencyjne. Rozwiązywanie równań rekurencyjnych przy pomocy aparatu funkcji tworzących. Liczby Fibonacciego, Catalana, Bella, Stirlinga.
Notacja asymptotyczna Landaua. Symbole asymptotyczne ,,duże O", ,,małe o", ,,duża omega", ,,mała omega", ,,theta", ,,asymptotycznie równe". Oszacowania asymptotyczne. Twierdzenie o rekurencji uniwersalnej.
Podstawowe pojęcia teorii grafów.
Klasyczne problemy i algorytmy grafowe – problemy: najkrótszych ścieżek, optymalnego drzewa rozpiętego, chińskiego listonosza, wędrującego komiwojażera, przydziału zadań, kolorowania grafów i map
Przykłady losowych struktur dyskretnych – modele grafów losowych, sieci złożonych i ich zastosowania.

Nazwa zajęć: Technologie informacyjne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna strukturę dokumentu html oraz podstawowe komendy tego języka.
2. zna przynajmniej jeden program służący do wykonywania obliczeń.
3. wie, czym jest środowisko LaTeX, zna przynajmniej jeden edytor tekstowy umożliwiający pracę w tym środowisku oraz podstawowe komendy LaTeX-a.
4. zna przynajmniej jeden program typu arkusz kalkulacyjny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stworzyć prosty dokument html.
2. potrafi użyć przynajmniej jednego programu do wykonania obliczeń matematycznych.
3. umie stworzyć dokument LaTeXa o skomplikowanej strukturze, potrafi napisać tekst matematyczny, sformatować tabelę, dołączyć grafikę oraz wykonać rysunek z użyciem pakietu TikZ.
4. wie, w jaki sposób użyć wybranego arkusza kalkulacyjnego do wykonania obliczeń.
5. potrafi pracować w zespole nad realizacją projektu.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do samodzielnego poszukiwania rozwiązań i wyszukiwania rozstrzygnięć wybranych problemów w Internecie
2. jest gotów/gotowa do szanowania własności intelektualnej innych, w tym do świadomego korzystania z zasobów Internetu w zakresie poszanowania własności intelektualnej

Treści programowe dla zajęć:
Podstawy języka html
Wybrane programy wspierające obliczenia.
Język LaTeX, pakiety matematyczne, tabele i grafiki, pakiet TikZ.
Arkusz kalkulacyjny i obliczenia z jego wykorzystaniem.
Praca zespołowa nad projektem.

Nazwa zajęć: Arytmetyki finansowa i analiza portfela
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna typy oprocentowania kapitału i ich własności oraz podstawowe zasady funkcjonowania strumieni pieniędzy i wkładów oszczędnościowych,
2. zna równanie bilansowe kredytu oraz metody spłaty kredytów,
3. zna pojęcie renty kapitałowej i jej podstawowe typy oraz zna wzory pozwalające wyznaczyć wartość początkową i końcową oraz stan konta przy różnych rodzajach wypłat,
4. zna podstawowe typy papierów wartościowych i matematyczne zasady ich wyceny oraz zna zasady racjonalnego tworzenia portfela walorów.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi wyznaczyć wartość kapitału w zadanym punkcie czasu i przy zadanym typie oprocentowania oraz umie wyznaczyć wartość strumienia pieniędzy w zadanym punkcie czasu, ze szczególnym uwzględnieniem strumieni równych rat i strumieni wkładów oszczędnościowych,
2. potrafi skonstruować harmonogram spłaty długu dla zadanego sposobu spłat, a zwłaszcza spłat w równych ratach i w ratach malejących, umie niezależnie wyznaczyć dowolny element harmonogramu, ponadto umie wyznaczyć nominalny i efektywny koszt kredytu,

3. potrafi wyznaczyć wartość początkową i końcową oraz stan konta renty kapitałowej przy różnych rodzajach wypłat,
4. potrafi określić przewidywaną stopę zysku i ryzyko portfela papierów wartościowych.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa ocenić ofertę finansową oferowaną przez banki i inne instytucje finansowe.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe pojęcia arytmetyki finansowej, rachunek stóp procentowych, strumienie pieniędzy, strumienie równych rat, rachunek wkładów oszczędnościowych.
Równanie bilansowe kredytu, metody spłaty długów, konstrukcja harmonogramów spłat, koszt kredytu.
Rachunek rent kapitałowych.
Papiery wartościowe, przewidywana stopa zysku i ryzyko waloru, przewidywana stopa zysku i ryzyko portfela walorów.

Nazwa zajęć: Wychowanie fizyczne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. posiada wiadomości dotyczące wpływu ćwiczeń na organizm człowieka, sposobów podtrzymania zdrowia i sprawności fizycznej, a także zasad organizacji zajęć ruchowych
2. identyfikuje relacje między wiekiem, zdrowiem, aktywnością fizyczną, sprawnością motoryczną kobiet i mężczyzn

w zakresie umiejętności:

1. opanował/a umiejętności ruchowe z zakresu gier zespołowych, sportów indywidualnych, turystyki kwalifikowanej oraz przydatnych do organizacji i udziału w grach i zabawach ruchowych, sportowych i terenowych
2. potrafi zastosować nabyty potencjał motoryczny do realizacji poszczególnych zadań technicznych i taktycznych w poszczególnych dyscyplinach sportowych i działalności turystyczno-rekreacyjnej
3. posiada umiejętności włączenia się w prozdrowotny styl życia oraz kształtowania postaw sprzyjających aktywności fizycznej na całe życie

w zakresie kompetencji społecznych:

1. promuje społeczne, kulturowe znaczenie sportu i aktywności fizycznej oraz kształtuje własne upodobania z zakresu kultury fizycznej
2. podejmuje się organizacji wszelkich form aktywności fizycznej, rywalizacji sportowej w swoim miejscu zamieszkania, zakładzie pracy lub regionie
3. troszczy się o zagospodarowanie czasu wolnego poprzez różnorodne formy aktywności fizycznej

Treści programowe dla zajęć:

Gry zespołowe:
- sposoby poruszania się po boisku,
- doskonalenie podstawowych elementów techniki i taktyki gry,
- fragmenty gry i gra szkolna,
- gry i zabawy wykorzystywane w grach zespołowych,
- przepisy gry i zasady sędziowania,
- organizacja turniejów w grach zespołowych,
- udział w zawodach sportowych (Akademickie Mistrzostwa Polski, Liga Międzyuczelniana, Uniwersjada, Akademickie Mistrzostwa Europy).

Aerobik, Taniec, Body Control, Pilates, Joga.
- poprawa ogólnej sprawności fizycznej,
- umiejętność poprawnego wykonywania ćwiczeń i technik tanecznych,
- wzmocnienie mięśni posturalnych i pozostałych grup mięśniowych,
- zwiększenie wydolności oddechowo-krążeniowej organizmu,
- świadomość ciała, znajomość poszczególnych grup mięśniowych oraz odpowiednich dla nich ćwiczeń.

Sporty indywidualne (tenis ziemny, tenis stołowy, judo, samoobrona, nordic walking, pływanie, narciarstwo, wioślarstwo, power bike, kulturystyka, trening funkcjonalny, rolkarstwo):
- poprawa ogólnej sprawności fizycznej,
- nauka i doskonalenie techniki z zakresu poszczególnych dyscyplin sportu,
- wdrożenie do samodzielnych ćwiczeń fizycznych,
- wzmocnienie mięśni posturalnych i innych grup mięśniowych,
- umiejętność poprawnego wykonywania ćwiczeń i technik specyficznych dla danej dyscypliny sportu,
- gry i zabawy właściwe dla danej dyscypliny,
- organizacja turniejów i zawodów,

- udzielanie pierwszej pomocy i nauka resuscytacji krążeniowo-oddechowej,
- udział w zawodach sportowych (Akademickie Mistrzostwa Polski, Akademickie Mistrzostwa Województwa Wielkopolski, Uniwersjada, Akademickie Mistrzostwa Europy).

Nazwa zajęć: Kombinatoryka
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna i rozumie podstawowe prawa przeliczania.
2. Zna schematy wyborów.
3. Zna podstawowe twierdzenia i metody kombinatoryczne oraz rozumie dowody podstawowych twierdzeń kombinatorycznych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi zastosować podstawowe prawa przeliczania.
2. Potrafi stosować schematy wyboru.
3. Umie przeprowadzić proste rozumowania kombinatoryczne.

Treści programowe dla zajęć:
Podstawowe prawa przeliczania: prawo mnożenia, prawo dodawania, zasada bijekcji.
Schematy wyborów: kombinacje i wariacje z i bez powtórzeń.
Ciągi binarne, współczynniki dwumianowe i tożsamości kombinatoryczne.
Równania rekurencyjne: układanie i rozwiązywanie za pomocą równań charakterystycznych i funkcji tworzących.
Zasada włączania i wyłączania.
Wybory z ograniczeniami.
Podziały zbiorów i liczb, liczby Stirlinga.
Przeliczanie grafów oznaczonych, twierdzenie Cayleya.
Zasada szufladkowa Dirichleta.

Nazwa zajęć: Proseminarium z matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień matematycznych.
2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:
Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki.

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie z matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.
3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.

Treści programowe dla zajęć:

Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie z matematyki finansowej i aktuarialnej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.
3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.

Treści programowe dla zajęć:
Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Teoria punktu stałego
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna porządek w przestrzeniach metrycznych i twierdzenie Caristi.
2. Zna zagadnienie punktów stałych w kratach zupełnych i zbiorach łańcuchowo zupełnych oraz w przestrzeniach metrycznych.
3. Zna problem punktów stałych funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
4. Zna pojęcie metryki Hausdorffa, kontrakcji wielowartościowej oraz fraktali.
5. Zna pojęcie sympleksu, twierdzenie KKM i twierdzenie Brouwera o punkcie stałym.
6. Zna twierdzenia Schaudera i Tichonowa.

w zakresie umiejętności:
1. Umie wskazać główne problemy i zagadnienia teorii punktu stałego.
2. Umie wskazać porządek w wybranych przestrzeniach metrycznych, potrafi stosować twierdzenie Caristi.
3. Umie znajdować punkty stałe w wybranych kratach zupełnych, zbiorach łańcuchowo zupełnych, przestrzeniach metrycznych oraz punkty stałe funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
4. Umie badać, czy dana metryka jest metryką Hausdorffa oraz sprawdzać, czy dane odwzorowanie jest kontrakcją wielowartościową.
5. Umie stosować twierdzenia KKM, Brouwera o punkcie stałym, Schaudera i Tichonowa.

Treści programowe dla zajęć:
Porządek w przestrzeniach metrycznych i twierdzenie Caristi.
Punkty stałe w kratach zupełnych i zbiorach łańcuchowo zupełnych.
Punkty stałe w przestrzeniach metrycznych.
Punkty stałe funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
Metryka Hausdorffa, kontrakcje wielowartościowe i fraktale.
Sympleksy, twierdzenie KKM i twierdzenie Brouwera o punkcie stałym.
Twierdzenie Schaudera i twierdzenie Tichonowa.

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie ze statystyki i analizy danych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.
3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.

Treści programowe dla zajęć:
Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Modelowanie procesów finansowych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna definicję procesu stochastycznego. Rozumie, że podstawą matematycznego modelowania procesów finansowych jest przyjęcie założenia, iż uporządkowane w czasie obserwacje wielkości finansowych są realizacjami pewnych procesów stochastycznych.
2. zna własności finansowych szeregów czasowych.
3. zna testy Boxa-Pierce'a, Ljung-Boxa, Jarque'a-Bery.
4. zna najważniejsze modele liniowe szeregów czasowych - AR, MA, ARMA oraz ich własności.
5. rozumie pojęcie heteroskedastyczności warunkowej i jego znaczenie w modelowaniu ryzyka rynkowego. Zna najważniejsze modele z rodziny GARCH oraz ich specyficzne własności.
6. zna i rozumie znaczenie pojęcia wartości zagrożonej.
7. zna podstawowe modele przełącznikowe ze szczególnym uwzględnieniem modeli przełącznikowych typu Markowa. Dostrzega zalety modeli przełącznikowych stanowiące o ich przewadze na modelami jednoreżimowymi.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przeprowadzić testy diagnostyczne szeregów czasowych.
2. potrafi przeprowadzić modelowanie finansowego szeregu czasowego za pomocą modelu GARCH.
3. potrafi oszacować wartość zagrożoną i przeprowadzić testy diagnostyczne.
4. potrafi dopasować do szeregu finansowego model z przełączaniem typu Markowa i zinterpretować wyniki dopasowania.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. rozumie konieczność poszerzania wiedzy i rozwijania kompetencji.
2. potrafi krytycznie ocenić wyniki badania empirycznego.

Treści programowe dla zajęć:
Procesy stochastyczne i szeregi czasowe. Własności statystyczne szeregów dziennych zmian cen instrumentów finansowych.
Stacjonarność szeregu czasowego. Funkcja autokorelacji. Biały szumu i ścisły biały szum.
Testy Boxa-Pierce'a i Ljung-Boxa. Test Jarque'a-Bery. Wykres kwantyl-kwantyl.
Szeregi liniowe. Modele autoregresji. Modele średniej ruchomej. Modele ARMA.
Estymacja modeli ARMA. Kryteria informacyjne. Symulacja szeregów ARMA. Prognozowanie za pomocą modeli ARMA.
Testowanie heteroskedastyczności warunkowej. Model GARCH. Własności procesów GARCH.
Rozkłady błędu stosowane w modelach GARCH: standaryzowany rozkład t Studenta, uogólniony rozkład błędu, standaryzowany skośny rozkład t Studenta. Asymetryczne modele GARCH.
Estymacja modeli GARCH. Prognozowanie wariancji warunkowej. Wybór modelu GARCH.
Wartość zagrożona. Szacowanie i prognozowanie wartości zagrożonej i oczekiwanego niedoboru. Test Kupca. Regresja kwantylowa. Modele CAViaR.
Modele przełącznikowe. Proste przełączanie, model Hamiltona, Model z przełączaniem typu Markowa

Nazwa zajęć: Systemy uczące się
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna powszechnie stosowany program do statystycznej analizy danych R.
2. zna podstawowe metody wnioskowania statystycznego w analizie dyskryminacyjnej.
3. zna podstawowe metody klasyfikacji danych pod nadzorem i bez nadzoru.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi generować i przetwarzać dane za pomocą pakietu R.
2. potrafi zastosować metody klasyfikacji danych pod nadzorem i bez nadzoru korzystając z pakietu R.
3. jest w stanie wyznaczyć błąd bayesowski dla metod LDA oraz QDA.

Treści programowe dla zajęć:

Uzupełnienie wiadomości dotyczących użycia pakietu R.
Generowanie danych i graficzne możliwości pakietu R.
Uczenie się pod nadzorem - wprowadzanie. Klasyfikator bayesowski.
Błąd klasyfikacji.
LDA oraz QDA.
Naiwny klasyfikator bayesowski.
Zmienne dyskryminacyjne.
Klasyfikacja jako szczególny przypadek regresji.
Metoda najbliższych sąsiadów.
Analiza składowych głównych.
Analiza skupień.
Drzewa klasyfikacyjne.
Klasyfikatory łączone, lasy losowe.

Nazwa zajęć: Metoda probabilistyczna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. wie, jakie klasyczne problemy mogą być rozwiązane z wykorzystaniem metod probabilistycznych.
2. zna klasyczne metody probabilistyczne wykorzystywane w dowodach.
3. wie, jakie znaczenie mają niekonstruktywne metody w matematyce.

w zakresie umiejętności:
1. umie wymienić i udowodnić klasyczne twierdzenia, które zostały udowodnione z wykorzystaniem metody probabilistycznej.
2. umie rozwiązać proste problemy z wykorzystaniem metod probabilistycznych.

Treści programowe dla zajęć:
,,Naiwna'' metoda probabilistyczna
Metoda wartości oczekiwanej
Modyfikacje prostej metody probabilistycznej
Lokalny Lemat Lovasza
Metoda drugiego momentu
Grafy losowe a problemy dotyczące trójkątów w grafach
Problem liczby chromatycznej grafu w kontekście metody probabilistycznej
Zaawansowane metody probabilistyczne. Grafy losowe.

Nazwa zajęć: Geometria różniczkowa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna wielkości charakteryzujące krzywe (parametryzacja, trójścian Freneta, krzywizna, torsja)
2. zna lokalne wielkości charakteryzujące powierzchnie (parametryzacja, pierwsza i druga forma kwadratowa)
3. zna związki pomiędzy geometrią i topologią powierzchni (tw. Gaussa - Boneta)
4. zna globalne niezmienniki powierzchni (krzywizna sekcyjna, krzywizna Gaussa, krzywizna średnia)
5. wie, że wiele omawianych niezmienników krzywych i powierzchni ma interpretację fizyczną.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi znajdować parametryzacje łukową krzywej, długość krzywej, krzywiznę i torsję krzywej.
2. potrafi obliczać lokalne wielkości charakteryzujące powierzchnie (parametryzacja, pierwsza i druga forma kwadratowa)
3. potrafi obliczać globalne niezmienniki powierzchni (krzywizna sekcyjna, krzywizna Gaussa, krzywizna średnia)
4. potrafi wykorzystać prosty pakiet programowy do obliczania omawianych niezmienników krzywych i powierzchni

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje, rysunki i wizualizacje z animacją krzywych i powierzchni.

Treści programowe dla zajęć:

Krzywe płaskie, przykłady, punkty regularne i osobliwe
Krzywizna krzywej płaskiej i jej interpretacja geometryczna.
Krzywe parametryczne w 3-wymiarowej przestrzeni euklidesowej, krzywizna, torsja, wzór Freneta
Izometrie, twierdzenia podstawowe o krzywych przestrzennych
Powierzchnie, przykłady, punkty regularne i osobliwe

Odwzorowanie Weingartena. Pierwsza forma podstawowa
Druga forma podstawowa, odwzorowanie Gaussa.
Krzywizny główne, krzywizna Gaussa i krzywizna średnia.
Theorema Egregium

Nazwa zajęć: Elementy metod numerycznych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna sposoby reprezentacji liczb w komputerze, własności arytmetyki zmiennopozycyjnej, różnice pomiędzy wykonywaniem obliczeń w arytmetyce liczb rzeczywistych i arytmetyce zmiennopozycyjnej.
2. zna pojęcie uwarunkowania numerycznego zadania i stabilności numerycznej algorytmów.
3. zna różne metody numeryczne rozwiązywania wybranych problemów matematycznych oraz ich własności.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi określić wpływ arytmetyki zmiennopozycyjnej na otrzymany wynik.
2. potrafi badać wskaźnik uwarunkowania zadania dla wybranych zadań numerycznych.
3. potrafi stosować różne metody rozwiązywania zagadnienia interpolacyjnego, całkowania numerycznego, rozwiązywania równań nieliniowych, rozwiązywania równań różniczkowych, rozwiązywania układów równań liniowych oraz znajdowania rozkładu macierzy względem wartości szczególnych.
4. potrafi porównać własności różnych metod numerycznych rozwiązywania wybranych problemów matematycznych i wskazać metodę bardziej efektywną.
5. potrafi rozwiązywać w sposób numeryczny wybrane problemy matematyczne przy użyciu pakietu numerycznego.

Treści programowe dla zajęć:
Wprowadzenie do pakietu Scilab.
Zapis stałopozycyjny i zmiennopozycyjny. Działania na liczbach zmiennopozycyjnych. Własności arytmetyki zmiennopozycyjnej. Standard IEEE 754. Algorytm sumacyjny Kahana.
Uwarunkowanie zadania numerycznego. Wskaźnik uwarunkowania zadania obliczania wartości funkcji jednej i wielu zmiennych oraz zadania obliczania iloczynu skalarnego wektorów. Numeryczna stabilność algorytmów.
Algorytm Hornera i jego zastosowania. Zagadnienia interpolacji wielomianowej Lagrange'a i Hermite'a. Postać Lagrange'a i Newtona wielomianu interpolacyjnego. Zastosowanie uogólnionego algorytmu Hornera do obliczenia wartości wielomianu w postaci Newtona. Oszacowanie błędu interpolacji. Węzły Czebyszewa.
Kwadratury interpolacyjne. Proste i złożone kwadratury Newtona-Cotesa.
Metody iteracyjne rozwiązywania równań nieliniowych (metody bisekcji, stycznych, siecznych, metody jednopunktowe). Kryteria stopu. Rząd zbieżności metod iteracyjnych.
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych. Metody Eulera, Heuna, Rungego-Kutty.
Normy wektorowe i macierzowe. Wskaźnik uwarunkowania macierzy. Metody bezpośrednie rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa bez wyboru elementu głównego, z częściowym i pełnym wyborem elementu głównego. Rozkład LU macierzy. Rozkład Doolittle'a. Rozkład Cholesky'ego-Banachiewicza. Metody iteracyjne rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda Jacobiego, Gaussa-Seidela i nadrelaksacji. Zbieżność metod iteracyjnych.
Rozkład względem wartości szczególnych macierzy. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Wybrane zastosowania rozkładu względem wartości szczególnych macierzy.

Nazwa zajęć: Proseminarium z matematyki finansowej i aktuarialnej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień z matematyki finansowej i aktuarialnej.

2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:

Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki finansowej i aktuarialnej.

Nazwa zajęć: Proseminarium ze statystyki i analizy danych

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień matematycznych.
2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:

Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki, w tym ze statystyki i analizy danych.

Nazwa zajęć: Matematyka aktuarialna

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna interpretację i znaczenie podstawowych parametrów tablic trwania życia.
2. zna zależności między podstawowymi parametrami tablic trwania życia.
3. zna i rozumie treść i znaczenie hipotez agregacyjnych i interpolacyjnych.
4. rozumie istotę składek netto.
5. rozumie istotę rezerw matematycznych w ubezpieczeniach.

w zakresie umiejętności:

1. umie korzystając z tablic trwania życia wyznaczyć podstawowe charakterystyki przyszłego czasu życia (x).
2. umie uzasadnić zależności między podstawowymi parametrami tablic trwania życia.
3. potrafi wskazać i uzasadnić konsekwencje hipotez agregacyjnych i interpolacyjnych.
4. umie wyznaczyć składkę netto, w szczególności jednorazową składkę netto w podstawowych typach ubezpieczeń.
5. umie wyznaczyć rezerwę matematyczną w podstawowych typach ubezpieczeń.

Treści programowe dla zajęć:

Tablice trwania życia i ich podstawowe parametry.
Ubezpieczenia na życie. Jednorazowe składki netto.
Rezerwy składki w podstawowych typach ubezpieczeń.

Nazwa zajęć: Statystyka matematyczna 2

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna pojęcie gry statystycznej.
2. Zna i rozumie pojęcia funkcji decyzyjnej, porządku w zbiorze funkcji decyzyjnych oraz optymalnej funkcji decyzyjnej.
3. Zna metody statystyki nieparametrycznej.
4. Zna podstawowe metody statystyki wielowymiarowej.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi wyrazić klasyczne zagadnienia statystyki jako gry statystyczne.
2. Potrafi wyznaczyć Bayesowskie funkcje decyzyjne.
3. Umie zastosować metody statystyki nieparametrycznej.
4. Potrafi zastosować metody statystyki wielowymiarowej.

Treści programowe dla zajęć:

Gra statystyczna; estymator, przedział ufności, test statystyczny jako gry statystyczne
Porządek w zbiorze funkcji decyzyjnych, optymalne i bayesowskie funkcje decyzyjne.
Znakowanie, testy znaków. Rangowanie, testy Wilcoxona.

Wielowymiarowy model statystyczny, wielowymiarowy model normalny. Rozkład Wisharta, rozkład Hotellinga.
Estymacja i testowanie wektora wartości oczekiwanych oraz macierzy kowariancji. Estymacja i testowanie współczynnika korelacji.

Nazwa zajęć: Pakiety statystyczne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie metody statystyki opisowej.
2. zna i rozumie metody estymacji parametrów modelu statystycznego.
3. zna i rozumie metody weryfikacji modelu statystycznego.
4. zna i rozumie metody weryfikacji hipotez statystycznych.
5. zna i rozumie wybrane układy doświadczalne.
6. zna i rozumie metody regresji.
7. zna i rozumie metody analizy zależności.
8. zna i rozumie pojęcie redukcji wymiaru oraz jego zastosowania.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować dane do analizy statystycznej w pakietach statystycznych.
2. potrafi wykorzystać metody statystyki opisowej do przedstawienia rozkładu empirycznego próby z użyciem pakietów statystycznych oraz zinterpretować otrzymane wyniki.
3. potrafi dokonać estymacji nieznanych parametrów modelu statystycznego wspomagając się obliczeniami wykonanymi w pakietach statystycznych.
4. potrafi zweryfikować poprawność modelu statystycznego na bazie obliczeń wykonanych w pakietach statystycznych.
5. potrafi dokonać badania istotności różnic za pomocą odpowiednich testów statystycznych i pakietów statystycznych.
6. potrafi wykorzystać wybrane układy doświadczalne do analizy danych z wykorzystaniem pakietów statystycznych.
7. potrafi wykonać analizę regresji w pakietach statystycznych oraz zinterpretować jej wyniki.
8. potrafi zbadać zależność między zmiennymi z wykorzystaniem pakietów statystycznych.
9. potrafi dokonać redukcji wymiaru danych wielowymiarowych korzystając z możliwości pakietów statystycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Przygotowanie danych w pakietach statystycznych
Statystyka opisowa z wykorzystaniem pakietów statystycznych
Estymacja punktowa i przedziałowa w pakietach statystycznych
Weryfikacja modelu statystycznego (testy zgodności) w pakietach statystycznych
Badanie istotności różnic w pakietach statystycznych
Wybrane układy doświadczalne w pakietach statystycznych
Analiza regresji w pakietach statystycznych
Analiza zależności cech w pakietach statystycznych
Redukcja wymiaru w pakietach statystycznych

Nazwa zajęć: Multiplikatywna teoria liczb
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna różne dowody nieskończoności zbioru liczb pierwszych, w szczególności te oparte na wynikach z analizy matematycznej.
2. Zna i rozumie podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące funkcji arytmetycznych. Zna własności i rozumie istotę splotu Dirichleta. Zna podstawowe związki między funkcjami arytmetycznymi, w tym formułę odwrotną Möbiusa. Zna podstawowe własności i przykłady funkcji multiplikatywnych.
3. Zna metodę sumowania przez części oraz formułę sumacyjną Eulera-Maclaurina.
4. Zna twierdzenie Czebyszewa oraz jego zastosowania. Zna twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych.
5. Zna metody analizy rzeczywistej, które można wykorzystać do badania rozmieszczenia liczb pierwszych oraz wykazania innych ważnych wyników dotyczących arytmetyki liczb całkowitych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi wykorzystać podstawowe zagadnienia teorii liczb, algebry i analizy matematycznej do udowodnienia prostych własności dotyczących rozmieszczenia liczb pierwszych, w szczególności do

udowodnienia nieskończoności zbioru liczb pierwszych oraz wykorzystać te rozumowania do uzyskania prostych oszacowań liczby liczb pierwszych
2. Potrafi podać liczne przykłady funkcji arytmetycznych. Umie dokonać splotu Dirichleta dwóch funkcji arytmetycznych oraz wyznaczyć element odwrotny względem splotu Dirichleta.
3. Potrafi wykorzystać podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa do oszacowania wartości średnich pewnych funkcji arytmetycznych, w szczególności umie zastosować metodę sumowania przez części oraz formułę sumacyjną Eulera-Maclaurina. Potrafi wyprowadzić wzór Stirlinga.
4. Rozumie twierdzenie Czebyszewa oraz potrafi go zastosować do innych problemów. Potrafi udowodnić postulat Bertranda. Rozumie znaczenie twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych oraz potrafi wykorzystać wyniki z analizy funkcji rzeczywistych do ich udowodnienia.
5. Potrafi wykorzystać metody analizy rzeczywistej do odpowiedzi na pytania dotyczące arytmetyki liczb naturalnych, w szczególności rozmieszczenia liczb pierwszych.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. Jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania teorii liczb na zaawansowanym poziomie.
Treści programowe dla zajęć:
Asymptotyczne tempo wzrostu funkcji, notacja dużego O, małego o oraz symbole Winogradowa. Zastosowanie tych pojęć do porównywania asymptotyki dwóch funkcji.
Twierdzenie o istnieniu nieskończenie wielu liczb pierwszych oraz liczne dowody tego faktu wykorzystujące różne własności z teorii liczb, algebry i analizy matematycznej. W szczególności, dowód Eulera wykorzystujący rozbieżność szeregu harmonicznego. Dowód rozbieżności szeregu odwrotności liczb pierwszych. Zastosowanie tych rozumowań do uzyskania prostych oszacowań na liczbę liczb pierwszych
Podstawowe metody sita, w szczególności sito Legendre'a oraz wykorzystanie zasady włączania-wyłączania i podstawowych własności funkcji Möbiusa do oszacowania liczby liczb pierwszych i liczby liczb bezkwadratowych.
Definicja i przykłady funkcji arytmetycznych. Definicja i własności splotu Dirichleta. Wyznaczanie elementów odwracalnych względem splotu Dirichleta. Formuła odwrotna Möbiusa. Definicja i podstawowe własności funkcji von Mangoldta i jej związek funkcją logarytmiczną.
Definicja i przykłady funkcji multiplikatywnych. Twierdzenie o multiplikatywności splotu dwóch funkcji multiplikatywnych oraz odwrotności względem splotu funkcji multiplikatywnej. Zastosowanie tych własności do wyprowadzania wzorów ogólnych dla pewnych funkcji multiplikatywnych.
Podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa oraz ich zastosowanie do wyprowadzenia wzoru na sumowanie przez części. Sumowanie Abela. Zastosowanie sumowania przez części do pokazania związku między liczbą liczb pierwszych oraz funkcjami theta i Psi Czebyszewa.
Definicja i podstawowe własności wielomianów i liczb Bernoulliego. Formuła sumacyjna Eulera-Maclaurina oraz jej zastosowanie do wyprowadzenia wzoru asymptotycznego dla sumy częściowej szeregu harmonicznego oraz wzoru Stirlinga.
Twierdzenie Czebyszewa dotyczące asymptotyki liczby liczb pierwszych. Omówienie optymalizacji stałych pojawiających się w twierdzeniu Czebyszewa. Postulat Bertranda. Twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych.

Nazwa zajęć: Algebra 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna algorytm dzielenia z resztą, wzory Cardana i Tartaglii.
2. wie, że równia co najmniej piątego stopnia nie są rozwiązywalne przez pierwiastniki.
3. zna podstawowe definicje i własności związane z pierścieniami i ciałami, zna kryterium Eisensteina.
4. zna zasadnicze własności rozszerzeń ciał.
5. zna zasadnicze twierdzenie teorii Galois.
6. zna wybrane zastosowania teorii Galois.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować algorytm dzielenia z resztą, korzystać ze wzorów Cardana i Tartaglii do rozwiązywania równań trzeciego i czwartego stopnia.
2. potrafi dokonywać rozkładów na czynniki nierozkładalne w zbiorze liczb całkowitych Z, w K[x] oraz w Z[x], umie stosować kryterium Eisensteina.
3. potrafi określać zasadnicze własności rozszerzeń ciał, w tym stopień rozszerzenia, rozszerzenia normalne oraz rozszerzenia rozdzielcze.
4. potrafi zliczać homomorfizmy ciał, znajdować rozszerzenia Galois, identyfikować grupy rozwiązalne oraz rozwiązywać równania algebraiczne przez pierwiastniki.
5. potrafi stosować teorię Galois do wybranych zagadnień.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do omówienia znaczenia teorii Galois i jej konsekwencji w kontekście rozwiązania problemów delijskich.

Treści programowe dla zajęć:
Preliminaria o równaniach algebraicznych: równania kwadratowe, algorytm dzielenia z resztą, pierwiastki z jedynki, równania sześcienne i czwartego stopnia (wzory Cardana i Tartaglii), równania piątego stopnia są zazwyczaj nierozwiązywalne przez pierwiastniki.
Pierścienie i ciała: przypomnienie podstawowych definicji i własności, rozkład na czynniki nierozkładalne w Z, w K[x] oraz w Z[x], kryterium Eisensteina.
Zasadnicze własności rozszerzeń ciał: stopień rozszerzenia, konstrukcje geometryczne za pomocą cyrkla i linijki, rozszerzenia normalne, ciała skończone, rozszerzenia rozdzielcze.
Teoria Galois: zliczanie homorfizmów ciał, ciało stałe, rozszerzenia Galois, odpowiedniość Galois i główne twierdzenie teorii Galois, grupy rozwiązalne, rozwiązywanie równań algebraicznych przez pierwiastniki.
Zastosowania teorii ciał i teorii Galois: obliczanie grupy Galois wielomianu, twierdzenia o elementach prymitywnym i regularnym, rozszerzenia Artina-Schreiera, istnienie domknięcia algebraicznego ciała, stopień przestępności rozszerzenia, rozszerzenia nierozdzielcze, twierdzenie Gaussa o kontruowalności n-kąta foremnego, konstrukcja geometryczna siedemnastoboku foremnego, nierozkładalność wielomianu cyklotomicznego.

Nazwa zajęć: Inżynieria finansowa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Potrafi scharakteryzować najważniejsze segmenty rynku finansowego i dostępne na nich papiery. Rozumie, czym jest inżynieria finansowa.
2. Zna definicję instrumentu pochodnego i charakterystyki najważniejszych instrumentów pochodnych.
3. Zna pojęcie arbitrażu i metodę arbitrażową wyznaczania ceny dostawy w instrumentach pochodnych.
4. Potrafi wskazać zalety i wady poznanych metod wyceny.
5. Zna i rozumie strategie inwestycyjne wyznaczane w oparciu o instrumenty pochodne.
6. Potrafi scharakteryzować rynek instrumentów pochodnych stóp procentowych, wymienić podstawowe instrumenty tego rynku i wskazać ich rolę.
7. Wskazuje pozytywne i negatywne konsekwencje istnienia rynku instrumentów pochodnych a także rozumie jaką rolę mogą one odegrać w nieetycznych praktykach finansowych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi wycenić podstawowe instrumenty pochodne dostępne na rynku polskim i rynkach zagranicznych
2. Potrafi skonstruować strategie arbitrażowe z oparciu o kontrakty terminowe i opcje
3. Potrafi skonstruować bezpieczne strategie inwestycyjne w oparciu o opcje.
4. Potrafi wskazać najlepszy model wyceny do wskazanego instrumentu pochodnego.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Rozumie konieczność zdobywania wiedzy i rozwoju kompetencji w zakresie przedmiotu.
2. Zdobywa umiejętność dyskusji o rynkach finansowych ze szczególnym uwzględnieniem rynku instrumentów pochodnych.
3. Rozumie pojęcie etyki w finansach i potrafi dokonać oceny moralnej poszczególnych praktyk inwestycyjnych.

Treści programowe dla zajęć:
Rynek finansowy. Instrumenty finansowe. Inżynieria finansowa. Papiery wartościowe. Instrumenty pochodne.
Kontrakty forward.
Kontrakty terminowe (futures).
Opcje. Podstawowe charakterystyki opcji. Wycena opcji za pomocą drzew dwumianowych.
Wycena opcji amerykańskich za pomocą drzew dwumianowych.
Strategie arbitrażowe na rynku opcji.
Metoda martyngałowa wyceny instrumentu pochodnego.
Wzór Blacka-Scholesa. Wrażliwość ceny opcji na zmiany parametrów.
Strategie inwestycyjne wykorzystujące opcje.
Przegląd opcji egzotycznych.
Instrumenty pochodne stóp procentowych

Nazwa zajęć: Teoria operatorów na przestrzeniach funkcji analitycznych

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe własności przestrzeni Banacha i Hilberta.
2. zna podstawowe własności operatorów liniowych ograniczonych.
3. zna podstawowe własności funkcji należących do przestrzeni Hardy'ego.
4. zna podstawowe własności funkcji należących do przestrzeni Bergmana.
5. zna podstawowe własności operatorów Toeplitza.
6. zna podstawowe własności operatorów Hankela.

w zakresie umiejętności:
1. umie sprawdzić, czy dana przestrzeń jest przestrzenią Banacha lub Hilberta.
2. umie sprawdzić czy dany operator jest liniowy i ograniczony.
3. umie sprawdzić, czy dana funkcja należy do przestrzeni Hardy'ego i zweryfikować jej własności.
4. umie sprawdzić, czy dana funkcja należy do przestrzeni Bergmana.
5. umie sprawdzić, czy dany operator jest operatorem Toeplitza i zweryfikować jego własności.
6. umie sprawdzić, czy dany operator jest operatorem Hankela i zweryfikować jego własności.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. dostrzega związki między różnym działami matematyki.

Treści programowe dla zajęć:
Przestrzenie funkcji, przestrzenie Hilberta, przestrzenie Banacha.
Operatory liniowe ograniczone.
Przestrzenie Hardy'ego.
Przestrzenie Bergmana.
Operatory Toeplitza.
Operatory Hankela.

Nazwa zajęć: Models of Mathematical Biology
On successful completion of this course, a student
in terms of knowledge:
1. knows basic models of mathematical ecology.
2. knows basic models of infectious diseases.
3. knows basic models of gene evolution.

in terms of skills:
1. is able to construct and analyze basic mathematical models in mathematical ecology.
2. is able to construct and analyze basic models of infectious diseases.
3. is able to construct and analyze basic models of gene evolution.

Treści programowe dla zajęć:
Models of mathematical ecology including comptetition, predator-prey and mutualism models and their mathematical analysis.
Models of infectious diseases and their mathematical analysis.
Models of gene evolution and their mathematical analysis.

Nazwa zajęć: Wybrane modele równowagi ekonomicznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Wie co to jest relacja preferencji, funkcja użyteczności, problem decyzyjny konsumenta, funkcja popytu konsumpcyjnego, zadanie minimalizacji wydatków, funkcja popytu kompensacyjnego, prosty model wymiany, alokacja Pareto-optymalna, alokacja nieblokowana, zna twierdzenia teorii dobrobytu

w zakresie umiejętności:
1. potrafi sprawdzać własności relacji preferencji; potrafi wyznaczać koszyki optymalne w zbiorach; potrafi zapisać i rozwiązać zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji; potrafi skonstruować funkcję popytu konsumpcyjnego i weryfikować jej własności oraz nadawać ekonomiczne interpretacje własnościom funkcji popytu, potrafi zapisać i rozwiązać zadanie minimalizacji wydatków
2. potrafi sporządzić wykres skrzynkowy Edgewortha i przeanalizować racjonalne decyzje konsumentów
3. potrafi zapisać prosty model wymiany; potrafi skonstruować funkcję popytu nadwyżkowego i weryfikować jej własności; potrafi wyznaczyć wektor cen równowagi rynkowej oraz alokację równowagi rynkowej; potrafi zinterpretować własności alokacji równowagi rynkowej: Pareto-efektywność, przynależność do rdzenia wymiany i stabilność

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi dostrzec, że matematyka ma zastosowania w działalności gospodarczej człowieka; potrafi dostrzec, że matematyka może służyć jako narzędzie do modelowania rzeczywistości i podejmowania decyzji gospodarczych

Treści programowe dla zajęć:
Koszyki/wiązki towarów, przestrzeń koszyków, relacja preferencji, pole preferencji, relacja indyferencji/obojętności, relacja silnej preferencji, własności relacji preferencji (wypukłość, silna wypukłość, monotoniczność, silna monotoniczność, ciągłość), interpretacja ekonomiczna tych własności, sformułowania równoważne ciągłości relacji preferencji, koszyk optymalny w zbiorze, istnienie koszyka optymalnego w zbiorze, wypukłość relacji preferencji i wypukłość zbioru koszyków optymalnych w zbiorze, relacja preferencji leksykograficznych
funkcja użyteczności, nieistnienie funkcji użyteczności dla preferencji leksykograficznych, warunki dostateczne istnienia ciągłej funkcji użyteczności (tw. Debreu), istnienie ciągłej funkcji użyteczności przy preferencjach monotonicznych (i ciągłych na R^n_+); złożenia funkcji rosnących z funkcjami użyteczności - funkcja użyteczności i sensowność interpretacji jej wartości, relacja preferencji a własności funkcji użyteczności ją opisującej (monotoniczność, wypukłość a quasi-wklęsłość, ciągłość a domkniętość pewnych podzbiorów dziedziny), charakterystyki różniczkowalnych funkcji użyteczności: użyteczność krańcowa/marginalna, krańcowa stopa substytucji, elastyczność substytucji, interpretacja ekonomiczna tych charakterystyk, prawo Gossena (malejących użyteczności krańcowych), ceny, dochód, wektor cen, wartość koszyka towarów, zbiór budżetowy i jego własności (niepustość, domkniętość, niezmienniczość przy proporcjonalnej zmianie cen i dochodu), linia budżetowa
Zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji, uogólniona funkcja popytu konsumpcyjnego, funkcja popytu, ciągłość funkcji popytu konsumpcyjnego, dodatnia jednorodność stopnia zero (uogólnionej) funkcji popytu, położenie koszyka optymalnego na linii budżetowej w warunkach niedosytu, klasyfikacja dóbr, pośrednia funkcja użyteczności, charakteryzacja różniczkowalnych funkcji wklęsłych, twierdzenie Kuhna-Tuckera o warunkach dostatecznych na optymalność koszyka
Zadanie minimalizacji wydatków, funkcja popytu kompensacyjnego (Hicksa), funkcja dochodu kompensacyjnego (wydatków), związki między rozwiązaniami zadań maksymalizacji użyteczności a minimalizacji wydatków, wyprowadzenie równania Słuckiego, równanie Słuckiego i jego konsekwencje (np. towar wyższego rzędu jest towarem normalnym, towar Giffena jest towarem niższego rzędu, efekt substytucyjny i efekt dochodowy)
Prosty model wymiany: założenia, wektor globalnej podaży, alokacja dopuszczalna, zbiór alokacji dopuszczalnych, wykres skrzynkowy Edgewortha, krzywa kontraktów, alokacja dopuszczalna, zbiór alokacji dopuszczalnych, koalicja, alokacja blokowana/nieblokowana, rdzeń wymiany, alokacja Pareto-optymalna, wektor cen, dochód konsumenta, funkcja popytu (indywidualnego) konsumenta, funkcja globalnego popytu i jej własności (ciągłość, jednorodność stopnia zero), funkcja popytu nadwyżkowego i jej własności (ciągłość, dodatnia jednorodność stopnia zero, prawo Walrasa, ograniczoność z dołu, warunek brzegowy), interpretacja własności funkcji popytu nadwyżkowego, wektor cen równowagi rynkowej (CRR), promień CRR, struktura wektora cen równowagi, alokacja równowagi rynkowej (ARR), twierdzenie Brouwera o punkcie stałym, istnienie cen równowagi rynkowej
Twierdzenie Brouwera o punkcie stałym, istnienie cen równowagi rynkowej, własności alokacji równowagi rynkowej, przynależność do rdzenia wymiany I i II twierdzenia teorii dobrobytu, gospodarki replikowane, twierdzenie o równym traktowaniu w rdzeniu, graniczne twierdzenie Debreu-Scarfa

<u>Studia niestacjonarne</u>

Nazwa zajęć: Algebra
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna definicje i podstawowe własności zasadniczych struktur algebraicznych: grupy, pierścienia i ciała.
2. zna przykłady struktur algebraicznych występujących w matematyce.

3. zna podstawowe twierdzenia teorii grup, pierścieni, ciał oraz podstawowe własności pierścieni wielomianów

w zakresie umiejętności:

1. rozumie definicje i podstawowe własności zasadniczych struktur algebraicznych: grupy, pierścienia i ciała.
2. rozumie dowody podstawowych twierdzeń teorii grup, pierścieni i ciał.
3. umie prowadzić proste rozumowania algebraiczne na poziomie ogólności właściwym dla algebry abstrakcyjnej oraz wykorzystać poznane zagadnienia do skonstruowania ciał skończonych.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania zaawansowanych pojęć z algebry abstrakcyjnej na poziomie studiów II stopnia.

Treści programowe dla zajęć:

Działanie w zbiorze oraz jego podstawowe własności, definicja podstawowych struktur algebraicznych Aksjomaty grupy, przykłady grup oraz pojęcia rzędu grupy, rzędu elementu, podgrupy, warstwy. Sformułowanie i dowód twierdzenia Lagrange'a.

Definicja i przykłady homomorfizmu grup. Pojęcie jądra i obraz homomorfizmu, dzielnika normalnego jako jądra homomorfizmów oraz konstrukcja grupy ilorazowej. Sformułowanie i dowód pierwszego twierdzenie o izomorfizmie.

Rozkład grupy na sumę prostą podgrup oraz twierdzenie podające warunek konieczny i dostateczny.

Pojęcie potęgowania i rzędu elementu, generatorów grupy oraz grupy cyklicznej. Klasyfikacja grup cyklicznych oraz własności podgrupy i obrazu homomorficznego grup cyklicznych.

Aksjomaty pierścienia, pierścienia przemiennego, pierścienia z jedynką oraz ciała. Pojęcie elementu odwracalnego, dzielnika zera oraz dziedziny całkowitości. Definicja homomorfizmu pierścieni oraz jego jądra i obrazu.

Pojęcie ideału jako jądra homomorfizmów, pierścienia ilorazowego oraz twierdzenie o izomorfizmie. Definicja ideału głównego, pierwszego i maksymalnego. Twierdzenie o istnieniu ideału maksymalnego oraz twierdzenia o pierścieniu ilorazowym wyznaczonym przez ideał pierwszy i przez ideał maksymalny.

Definicja wielomianu jednej zmiennej, pierwiastków wielomianu oraz podstawowe własności pierścienia wielomianów. Twierdzenie o dzieleniu wielomianów z resztą oraz podstawowe własności wielomianów nierozkładalnych i ideałów głównych generowanych przez wielomiany nierozkładalne. Ilorazowe pierścienie wielomianowe oraz konstrukcja ciał skończonych.

Nazwa zajęć: Geometria analityczna

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna prostokątny, biegunowy, sferyczny i walcowy układ współrzędnych oraz wzory opisujące zależności między współrzędnymi w poszczególnych układach.
2. Zna pojęcia wektora swobodnego, jego rzutu na oś i miarę tego rzutu na tej osi. Zna pojęcia iloczynu skalarnego, wektorowego i mieszanego oraz ich interpretacje geometryczne.
3. Zna różne rodzaje równań prostej na płaszczyźnie i w przestrzeni oraz równań płaszczyzny w przestrzeni. Wskazuje interpretację geometryczną tych równań i związki pomiędzy nimi.
4. Zna klasyfikację krzywych stożkowych i potrafi rysować ich wykresy na podstawie równań kanonicznych. Zna pojęcie ogniska i kierownicy.
5. Zna ogólne pojęcie krzywej stopnia drugiego na płaszczyźnie i ich klasyfikację metryczną. Znajduje położenie stożkowej za pomocą obrotu i przesunięcia równoległego prostokątnego układu współrzędnych. Odróżnia równanie kanoniczne stożkowej od zredukowanego.
6. Zna podstawowe typy powierzchni stopnia drugiego w ich równaniach kanonicznych. Zna pojęcie ogólnej powierzchni stopnia drugiego w przestrzeni i ich klasyfikację metryczną.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi zamieniać współrzędne punktów między układami prostokątnymi a układami biegunowymi, walcowymi, sferycznymi. Potrafi wyprowadzić i zastosować wzory macierzowe na zamianę współrzędnych przy obrocie i przesunięciu równoległym prostokątnego układu współrzędnych na płaszczyźnie i w przestrzeni.
2. Potrafi wyznaczyć odległość dwóch punktów, kąt między wektorami, pola równoległoboku i objętości równoległościanu. Potrafi podać współrzędne punktu dzielącego odcinek skierowany w danym stosunku.
3. Umie zastosować iloczyn skalarny do wyprowadzenia wzorów na odległość punktu od prostej na płaszczyźnie i punktu od płaszczyzny w przestrzeni. Oblicza kąt między prostymi, między

płaszczyznami i między prostą a płaszczyzną. Umie zastosować iloczyn wektorowy do wyprowadzania wzorów na odległość punktu od prostej w przestrzeni i odległość dwóch prostych skośnych.
4. Potrafi wyprowadzić własności optyczne krzywych drugiego stopnia.
5. Potrafi naszkicować dowód klasyfikacji metrycznej krzywych stopnia drugiego stosując zasadę zmiany układu współrzędnych. Stosuje metodę inwariantów w celu otrzymania równania kanonicznego stożkowej. Potrafi znaleźć środek symetrii, osie, asymptoty, styczne, średnice sprzężone, biegunowe krzywej stopnia drugiego na płaszczyźnie.
6. Potrafi wyróżnić typy powierzchni stopnia drugiego wśród nich powierzchnie obrotowe, stożki i walce oraz powierzchnie prostokreślne.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. Rozumie znaczenie zastosowania metody współrzędnych w rozwoju geometrii.
Treści programowe dla zajęć:
Uwagi historyczne o metodzie współrzędnych. Różne rodzaje układów współrzędnych - współrzędne kartezjańskie, biegunowe, walcowe i sferyczne. Osie układów współrzędnych i ich orientacja. Obrót i przesunięciu równoległe prostokątnego układu współrzędnych na płaszczyźnie i w przestrzeni. Współrzędne biegunowe na płaszczyźnie, współrzędne sferyczne i walcowe w przestrzeni. Wektory swobodne, współrzędne i kosinusy kierunkowe wektorów. Działania na wektorach - dodawanie, mnożenie przez skalar, iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany i ich geometryczna interpretacja. Podział odcinka skierowanego w danym stosunku. Zastosowanie iloczynu wektorowego i skalarnego (mieszanego) do obliczania pola równoległoboku i objętości równoległościanu.
Prosta na płaszczyźnie: równanie ogólne, odcinkowe, normalne, kierunkowe i parametryczne. Pęk prostych. Odległość punktu od prostej. Kąt między prostymi.
Okrąg na płaszczyźnie, styczne do okręgu, funkcja potęgowa okręgu. Elipsa, hiperbola i parabola w równaniach kanonicznych: własności ogniskowe, kierownicze i optyczne. Średnica sprzężona do danego kierunku. Styczne. Czwórka harmoniczna punktów. Biegunowa punktu względem stożkowej. Ogólna krzywa stopnia drugiego i jej inwarianty. Klasyfikacja metryczna krzywych stopnia drugiego. Własności ogólnych krzywych stopnia drugiego: środek symetrii, osie, asymptoty, styczne, średnice sprzężone, biegunowe.
Płaszczyzna w przestrzeni: równanie ogólne, odcinkowe, normalne i parametryczne. Pęk płaszczyzn. Odległość punktu od płaszczyzny i kąt między płaszczyznami. Prosta w przestrzeni: równanie kierunkowe i postać krawędziowa. Kąt między prostymi, między prostą a płaszczyzną i między płaszczyznami. Odległość punktu od prostej. Odległość dwóch prostych skośnych.
Powierzchnie stopnia drugiego w równaniach kanonicznych. Powierzchnie prostokreślne. Klasyfikacja metryczna ogólnych powierzchni stopnia drugiego.

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie z matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.
3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.
Treści programowe dla zajęć:
Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Wstęp do filozofii
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Wylicza podstawowe zagadnienia i kierunki refleksji filozoficznej
2. Opisuje podstawowe zagadnienia i kierunki refleksji filozoficznej
w zakresie kompetencji społecznych:

1. Docenia znaczenie refleksji filozoficznej dla rozwoju kultury symbolicznej i materialnej

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie: filozofia – przedmiot, metoda, specyfika. Dyscypliny filozoficzne: epistemologia, ontologia, metafizyka, etyka, estetyka, aksjologia, antropologia filozoficzna

Tradycyjne „paradygmaty" uprawiania filozofii: droga Demokryta – droga Sokratesa, Filozof jako kapłan – Filozof jako błazen

Charakterystyka założeń głównych kierunków filozofii: racjonalizm – irracjonalizm, racjonalizm – empiryzm, realizm – idealizm

Epistemologia: główne zagadnienia i problemy – klasyczna koncepcja wiedzy i jej krytyka, typy wiedzy, tropy sceptyczne, metafizyczna refleksja nad poznawaniem (stanowisko realistyczne i jego krytyka – idealizm i jego krytyka)

Zagadnienie źródeł poznania: płaszczyzna psychologiczna, płaszczyzna metodologiczna – charakterystyka, przedstawiciele

Zagadnienie granic poznania: ujęcie immamentne, ujęcie transcendentne, stanowisko idealistyczne (przedstawiciele, postulaty, krytyka), stanowisko realistyczne (przedstawiciele, postulaty, krytyka) – ujęcie historyczne

Zagadnienia przedmiotów idealnych: stanowiska, pojęcia, spór o uniwersalia (ujęcie historyczne, implikacje współczesne)

Zagadnienie prawdy: podział koncepcji (epistemiczne – nieepistemiczne)

Metafizyka: dogmaty, metafizyka spekulatywna, analityczna, przyrodnicza;

implikacje metafizyczne: ontologiczne, epistemologiczne, przyrodoznawcze, religijne i etyczne

Paradygmaty refleksji filozoficznej (ujęcie historyczne: ontologiczny, mentalistyczny, lingwistyczny)

Nazwa zajęć: Podstawy relacji społecznych

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna rodzaje relacji społecznych
2. wie co utrudnia, uniemożliwia budowanie i/lub kontynuowanie relacji
3. zna założenia komunikacji opartej o metodę Marshalla B. Rosenberga - Nonviolent Communication (NVC)
4. wie jak przebiega proces słuchania i mówienia z uważnością na siebie i innych

w zakresie umiejętności:

1. rozpoznaje czynniki utrudniające budowanie i/lub kontynuowanie relacji społecznych
2. odróżnia fakty i obserwacje od ocen i opinii
3. nazywa doświadczane emocje, rozpoznaje potrzeby i odróżniania je od strategii
4. rozwija umiejętność słuchania z uważnością na siebie i innych
5. rozwija umiejętność mówienia z uwzględnieniem siebie i innych
6. rozpoznaje i opisuje rodzaj relacji społecznych

w zakresie kompetencji społecznych:

1. rozróżnia wypowiedź ułatwiającą i utrudniającą budowanie dobrych relacji społecznych
2. tworzy satysfakcjonującą relację z samą/samym sobą
3. uważnie i aktywnie słucha swojego rozmówcy
4. świadomie uczestniczy we współtworzeniu dobrych relacji społecznych

Treści programowe dla zajęć:

Rodzaje relacji społecznych

Zasady i mechanizmy budowania relacji społecznych

Czynniki sprzyjające i utrudniające budowanie relacji społecznych

Tworzenie satysfakcjonującej relacji z samą/samym sobą

Budowanie i utrzymywanie satysfakcjonujących relacji społecznych

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie z matematyki finansowej i aktuarialnej

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.

3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.
Treści programowe dla zajęć:
Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Arytmetyka finansowa i analiza portfela
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna typy oprocentowania kapitału i ich własności oraz podstawowe zasady funkcjonowania strumieni pieniędzy i wkładów oszczędnościowych,
2. zna równanie bilansowe kredytu oraz metody spłaty kredytów,
3. zna pojęcie renty kapitałowej i jej podstawowe typy oraz zna wzory pozwalające wyznaczyć wartość początkową i końcową oraz stan konta przy różnych rodzajach wypłat,
4. zna podstawowe typy papierów wartościowych i matematyczne zasady ich wyceny oraz zna zasady racjonalnego tworzenia portfela walorów.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi wyznaczyć wartość kapitału w zadanym punkcie czasu i przy zadanym typie oprocentowania oraz umie wyznaczyć wartość strumienia pieniędzy w zadanym punkcie czasu, ze szczególnym uwzględnieniem strumieni równych rat i strumieni wkładów oszczędnościowych,
2. potrafi skonstruować harmonogram spłaty długu dla zadanego sposobu spłat, a zwłaszcza spłat w równych ratach i w ratach malejących, umie niezależnie wyznaczyć dowolny element harmonogramu, ponadto umie wyznaczyć nominalny i efektywny koszt kredytu,
3. potrafi wyznaczyć wartość początkową i końcową oraz stan konta renty kapitałowej przy różnych rodzajach wypłat,
4. potrafi określić przewidywaną stopę zysku i ryzyko portfela papierów wartościowych.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa ocenić ofertę finansową oferowaną przez banki i inne instytucje finansowe.
Treści programowe dla zajęć:
Podstawowe pojęcia arytmetyki finansowej, rachunek stóp procentowych, strumienie pieniędzy, strumienie równych rat, rachunek wkładów oszczędnościowych.
Równanie bilansowe kredytu, metody spłaty długów, konstrukcja harmonogramów spłat, koszt kredytu.
Rachunek rent kapitałowych.
Papiery wartościowe, przewidywana stopa zysku i ryzyko waloru, przewidywana stopa zysku i ryzyko portfela walorów.

Nazwa zajęć: Seminarium licencjackie ze statystyki i analizy danych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. poszerza i ugruntowuje wiedzę z wybranego działu matematyki.
2. zna zasady korzystania ze źródeł bibliograficznych oraz naukowych baz danych.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i przedstawić prezentację na wybrane zagadnienie matematyczne.
2. potrafi dokonać krytycznej analizy i wyboru materiału stanowiącego podstawę przygotowywanej pracy licencjackiej.
3. potrafi przygotować pracę licencjacką na wybrany temat.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotowy/gotowa do samodzielnej pracy nad wybranym zagadnienie z uwzględnieniem poprawnego powoływania się na dotychczasową wiedzę.
2. jest gotowy/gotowa do samodzielnego wyszukiwania informacji w dostępnych bazach danych i serwisach bibliograficznych.
Treści programowe dla zajęć:
Treści kształcenia ustala prowadzący seminarium w zależności od problematyki seminarium powiązanej z tematami prac licencjackich.

Nazwa zajęć: Metoda probabilistyczna

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. wie, jakie klasyczne problemy mogą być rozwiązane z wykorzystaniem metod probabilistycznych.
2. zna klasyczne metody probabilistyczne wykorzystywane w dowodach.
3. wie, jakie znaczenie mają niekonstruktywne metody w matematyce.

w zakresie umiejętności:
1. umie wymienić i udowodnić klasyczne twierdzenia, które zostały udowodnione z wykorzystaniem metody probabilistycznej.
2. umie rozwiązać proste problemy z wykorzystaniem metod probabilistycznych.

Treści programowe dla zajęć:
,,Naiwna'' metoda probabilistyczna
Metoda wartości oczekiwanej
Modyfikacje prostej metody probabilistycznej
Lokalny Lemat Lovasza
Metoda drugiego momentu
Grafy losowe a problemy dotyczące trójkątów w grafach
Problem liczby chromatycznej grafu w kontekście metody probabilistycznej
Zaawansowane metody probabilistyczne. Grafy losowe.

Nazwa zajęć: Multiplikatywna teoria liczb
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna różne dowody nieskończoności zbioru liczb pierwszych, w szczególności te oparte na wynikach z analizy matematycznej.
2. Zna i rozumie podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące funkcji arytmetycznych. Zna własności i rozumie istotę splotu Dirichleta. Zna podstawowe związki między funkcjami arytmetycznymi, w tym formułę odwrotną Möbiusa. Zna podstawowe własności i przykłady funkcji multiplikatywnych.
3. Zna metodę sumowania przez części oraz formułę sumacyjną Eulera-Maclaurina.
4. Zna twierdzenie Czebyszewa oraz jego zastosowania. Zna twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych.
5. Zna metody analizy rzeczywistej, które można wykorzystać do badania rozmieszczenia liczb pierwszych oraz wykazania innych ważnych wyników dotyczących arytmetyki liczb całkowitych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi wykorzystać podstawowe zagadnienia teorii liczb, algebry i analizy matematycznej do udowodnienia prostych własności dotyczących rozmieszczenia liczb pierwszych, w szczególności do udowodnienia nieskończoności zbioru liczb pierwszych oraz wykorzystać te rozumowania do uzyskania prostych oszacowań liczby liczb pierwszych
2. Potrafi podać liczne przykłady funkcji arytmetycznych. Umie dokonać splotu Dirichleta dwóch funkcji arytmetycznych oraz wyznaczyć element odwrotny względem splotu Dirichleta.
3. Potrafi wykorzystać podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa do oszacowania wartości średnich pewnych funkcji arytmetycznych, w szczególności umie zastosować metodę sumowania przez części oraz formułę sumacyjną Eulera-Maclaurina. Potrafi wyprowadzić wzór Stirlinga.
4. Rozumie twierdzenie Czebyszewa oraz potrafi go zastosować do innych problemów. Potrafi udowodnić postulat Bertranda. Rozumie znaczenie twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych oraz potrafi wykorzystać wyniki z analizy funkcji rzeczywistych do ich udowodnienia.
5. Potrafi wykorzystać metody analizy rzeczywistej do odpowiedzi na pytania dotyczące arytmetyki liczb naturalnych, w szczególności rozmieszczenia liczb pierwszych.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania teorii liczb na zaawansowanym poziomie.

Treści programowe dla zajęć:
Asymptotyczne tempo wzrostu funkcji, notacja dużego O, małego o oraz symbole Winogradowa. Zastosowanie tych pojęć do porównywania asymptotyki dwóch funkcji.
Twierdzenie o istnieniu nieskończenie wielu liczb pierwszych oraz liczne dowody tego faktu wykorzystujące różne własności z teorii liczb, algebry i analizy matematycznej. W szczególności, dowód Eulera wykorzystujący rozbieżność szeregu harmonicznego. Dowód rozbieżności szeregu odwrotności liczb pierwszych. Zastosowanie tych rozumowań do uzyskania prostych oszacowań na liczbę liczb pierwszych
Podstawowe metody sita, w szczególności sito Legendre'a oraz wykorzystanie zasady włączania-wyłączania i podstawowych własności funkcji Möbiusa do oszacowania liczby liczb pierwszych i liczby liczb bezkwadratowych.

Definicja i przykłady funkcji arytmetycznych. Definicja i własności splotu Dirichleta. Wyznaczanie elementów odwracalnych względem splotu Dirichleta. Formuła odwrotna Möbiusa. Definicja i podstawowe własności funkcji von Mangoldta i jej związek funkcją logarytmiczną.
Definicja i przykłady funkcji multiplikatywnych. Twierdzenie o multiplikatywności splotu dwóch funkcji multiplikatywnych oraz odwrotności względem splotu funkcji multiplikatywnej. Zastosowanie tych własności do wyprowadzania wzorów ogólnych dla pewnych funkcji multiplikatywnych.
Podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa oraz ich zastosowanie do wyprowadzenia wzoru na sumowanie przez części. Sumowanie Abela. Zastosowanie sumowania przez części do pokazania związku między liczbą liczb pierwszych oraz funkcjami theta i Psi Czebyszewa.
Definicja i podstawowe własności wielomianów i liczb Bernoulliego. Formuła sumacyjna Eulera-Maclaurina oraz jej zastosowanie do wyprowadzenia wzoru asymptotycznego dla sumy częściowej szeregu harmonicznego oraz wzoru Stirlinga.
Twierdzenie Czebyszewa dotyczące asymptotyki liczby liczb pierwszych. Omówienie optymalizacji stałych pojawiających się w twierdzeniu Czebyszewa. Postulat Bertranda. Twierdzenia Mertensa dotyczące rozmieszczenia liczb pierwszych.

Nazwa zajęć: Teoria liczb
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna podstawowe pojęcia elementarnej teorii liczb; zna i rozumie podstawowe twierdzenia elementarnej teorii liczb i ich dowody; zna elementy teorii równań diofantycznych; zna elementy teorii kongruencji; zna zastosowania teorii liczb w kryptologii; zna elementy teorii funkcji arytmetycznych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi dowodzić podstawowe twierdzenia elementarnej teorii liczb. Potrafi rozwiązywać różne rodzaje równań diofantycznych i kongruencji. Potrafi wyjaśnić znaczenie teorii liczb dla kryptologii. Potrafi przeprowadzać proste rozumowania dotyczące równań diofantycznych, kongruencji i funkcji arytmetycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Arytmetyka liczb całkowitych: podzielność, rozkład na czynniki pierwsze, NWD, NWW. Równania diofantyczne stopnia pierwszego.
Kongruencje: twierdzenia Eulera, Fermata, Lagrange'a, Wilsona, reszty i niereszty kwadratowe, prawo wzajemności Gaussa. Zastosowania teorii kongruencji w kryptologii.
Równania diofantyczne stopnia drugiego: równania kwadratowe dwóch zmiennych, przedstawianie liczb naturalnych w postaci sumy dwóch i czterech kwadratów
Funkcje arytmetyczne.
Aproksymacje diofantyczne i ekwipartycja modulo 1.

Nazwa zajęć: Teoria operatorów na przestrzeniach funkcji analitycznych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe własności przestrzeni Banacha i Hilberta.
2. zna podstawowe własności operatorów liniowych ograniczonych.
3. zna podstawowe własności funkcji należących do przestrzeni Hardy'ego.
4. zna podstawowe własności funkcji należących do przestrzeni Bergmana.
5. zna podstawowe własności operatorów Toeplitza.
6. zna podstawowe własności operatorów Hankela.

w zakresie umiejętności:
1. umie sprawdzić, czy dana przestrzeń jest przestrzenią Banacha lub Hilberta.
2. umie sprawdzić czy dany operator jest liniowy i ograniczony.
3. umie sprawdzić, czy dana funkcja należy do przestrzeni Hardy'ego i zweryfikować jej własności.
4. umie sprawdzić, czy dana funkcja należy do przestrzeni Bergmana.
5. umie sprawdzić, czy dany operator jest operatorem Toeplitza i zweryfikować jego własności.
6. umie sprawdzić, czy dany operator jest operatorem Hankela i zweryfikować jego własności.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. dostrzega związki między różnym działami matematyki.

Treści programowe dla zajęć:
Przestrzenie funkcji, przestrzenie Hilberta, przestrzenie Banacha.
Operatory liniowe ograniczone.
Przestrzenie Hardy'ego.
Przestrzenie Bergmana.

Operatory Toeplitza.
Operatory Hankela.

Nazwa zajęć: Wstęp do analizy nieliniowej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna definicję transformaty Laplace'a, twierdzenie o jej istnieniu, ciągłości.
2. zna podstawowe własności transformaty Laplace'a (między innymi pierwsze i drugie twierdzenie translacyjne, twierdzenie o pochodnej dowolnego rzędu transformaty, twierdzenie o całkowaniu transformaty, twierdzenie o transformacie nieskończonego szeregu potęgowego, twierdzenie o transformacie pochodnej).
3. zna podstawowe twierdzenia dotyczące transformaty funkcji okresowej i splotu funkcji.
4. zna podstawowe własności transformaty odwrotnej do transformaty Laplace'a, twierdzenie Lercha oraz twierdzenie o istnieniu transformaty rozwiązań niejednorodnych równań różniczkowych zwyczajnych n-tego rzędu.
5. zna definicję wahania w sensie Jordana, jego własności (w tym twierdzenie Jordana o rozkładzie) oraz klasy funkcji o ograniczonej wariacji w tym sensie.
6. zna przestrzeń Banacha funkcji o ograniczonej wariacji w sensie Jordana oraz zasadę wyboru Helly'ego.
7. zna definicję ograniczonej wariacji w sensie Wienera i jej podstawowe własności oraz związek pomiędzy przestrzenią BV oraz WBV_p dla p≥1.
8. zna definicję funkcji okresowej, mikrookresowej i ich własności. Zna twierdzenie o przybliżaniu ciągłej funkcji ciągiem ciągłych funkcji okresowych, twierdzenie o okresowości pochodnej danej funkcji oraz warunki równoważne dotyczące funkcji okresowej i jej funkcji pierwotnej.
9. zna definicję funkcji jednostajnie prawieokresowych i ich własności.
10. zna kryterium Bochnera dotyczące prawieokresowości. Zna podstawowe twierdzenia teorii funkcji prawieokresowych, między innymi twierdzenie o prawieokresowości granicy ciągu funkcji prawie okresowych, twierdzenie o prawieokresowości pochodnej danej funkcji, twierdzenie o prawieokresowości funkcji pierwotnej danej funkcji oraz twierdzenia o wartości średniej funkcji okresowej i prawieokresowej.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi obliczać transformatę Laplace'a danej funkcji przy pomocy definicji oraz na bazie definicji dowodzić pewnych jej własności.
2. potrafi obliczać transformatę Laplace'a danej funkcji stosując jej różne własności.
3. potrafi obliczać transformatę odwrotną danej funkcji.
4. potrafi rozwiązywać równania różniczkowe zwyczajne, układy równań różniczkowych zwyczajnych oraz równania całkowe metodą transformaty Laplace'a,
5. potrafi obliczać wariację w sensie Jordana danej funkcji oraz dowodzić pewnych własności funkcji o ograniczonym wahaniu w sensie Jordana.
6. potrafi określać okresowość (mikrookresowość) danej funkcji oraz uzasadniać własności funkcji okresowych.
7. potrafi badać prawieokresowość danej funkcji oraz uzasadniać proste własności funkcji prawieokresowych
Treści programowe dla zajęć:
Definicja transformaty Laplace'a, twierdzenie o jej istnieniu, ciągłości. Przykłady funkcji posiadających, jak i nieposiadających transformatę Laplace'a.
Podstawowe własności transformaty Laplace'a (między innymi pierwsze i drugie twierdzenie translacyjne, twierdzenie o pochodnej dowolnego rzędu transformaty, twierdzenie o całkowaniu transformaty, twierdzenie o transformacie nieskończonego szeregu potęgowego, twierdzenie o transformacie pochodnej). Podstawowe twierdzenia dotyczące transformaty funkcji okresowej i splotu funkcji.
Podstawowe własności transformaty odwrotnej do transformaty Laplace'a, twierdzenie Lerch'a oraz twierdzenie o istnieniu transformaty rozwiązań niejednorodnych równań różniczkowych zwyczajnych n-tego rzędu.
Definicja wahania w sensie Jordana, jej własności (w tym twierdzenie Jordana o rozkładzie) oraz klasy funkcji o ograniczonej wariacji w tym sensie.
Przestrzeń Banacha funkcji o ograniczonej wariacji w sensie Jordana oraz zasada wyboru Helly'ego.
Definicja ograniczonej wariacji w sensie Wienera i jej podstawowe własności oraz związek pomiędzy przestrzenią BV oraz WBV_p dla $p\geq 1$.

Definicja funkcji okresowej, mikrookresowej i ich własności. Twierdzenie o przybliżaniu ciągłej funkcji ciągiem ciągłych funkcji okresowych, twierdzenie o okresowości pochodnej danej funkcji oraz warunki równoważne dotyczące funkcji okresowej i jej funkcji pierwotnej.
Definicja funkcji jednostajnie prawieokresowych i ich własności.
Kryterium Bochnera dotyczące prawieokresowości. Podstawowe twierdzenia tej teorii, między innymi twierdzenie o prawieokresowości granicy ciągu funkcji prawie okresowych, twierdzenie o prawieokresowości pochodnej danej funkcji, twierdzenie o prawieokresowości funkcji pierwotnej danej funkcji oraz twierdzenia o wartości średniej funkcji okresowej i prawieokresowej.

Nazwa zajęć: Models of Mathematical Biology
On successful completion of this course, a student
in terms of knowledge:
1. knows basic models of mathematical ecology.
2. knows basic models of infectious diseases.
3. knows basic models of gene evolution.
in terms of skills:
1. is able to construct and analyze basic mathematical models in mathematical ecology.
2. is able to construct and analyze basic models of infectious diseases.
3. is able to construct and analyze basic models of gene evolution.
Treści programowe dla zajęć:
Models of mathematical ecology including comptetition, predator-prey and mutualism models and their mathematical analysis.
Models of infectious diseases and their mathematical analysis.
Models of gene evolution and their mathematical analysis.

Nazwa zajęć: Modelowanie procesów finansowych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna definicję procesu stochastycznego. Rozumie, że podstawą matematycznego modelowania procesów finansowych jest przyjęcie założenia, iż uporządkowane w czasie obserwacje wielkości finansowych są realizacjami pewnych procesów stochastycznych.
2. Zna własności finansowych szeregów czasowych.
3. Zna testy Boxa-Pierce'a, Ljung-Boxa, Jarque'a-Bery.
4. Zna najważniejsze modele liniowe szeregów czasowych - AR, MA, ARMA oraz ich własności.
5. Rozumie pojęcie heteroskedastyczności warunkowej i jego znaczenie w modelowaniu ryzyka rynkowego. Zna najważniejsze modele z rodziny GARCH oraz ich specyficzne własności.
6. Zna i rozumie znaczenie pojęcia wartości zagrożonej.
7. Zna podstawowe modele przełącznikowe ze szczególnym uwzględnieniem modeli przełącznikowych typu Markowa. Dostrzega zalety modeli przełącznikowych stanowiące o ich przewadze na modelami jednoreżimowymi.
w zakresie umiejętności:
1. Potrafi przeprowadzić testy diagnostyczne szeregów czasowych.
2. Potrafi przeprowadzić modelowanie finansowego szeregu czasowego za pomocą modelu GARCH.
3. Potrafi oszacować wartość zagrożoną i przeprowadzić testy diagnostyczne.
4. Potrafi dopasować do szeregu finansowego model z przełączaniem typu Markowa i zinterpretować wyniki dopasowania.
w zakresie kompetencji społecznych:
1. Rozumie konieczność poszerzania wiedzy i rozwijania kompetencji.
2. Potrafi krytycznie ocenić wyniki badania empirycznego.
Treści programowe dla zajęć:
Procesy stochastyczne i szeregi czasowe. Własności statystyczne szeregów dziennych zmian cen instrumentów finansowych.
Stacjonarność szeregu czasowego. Funkcja autokorelacji. Biały szumu i ścisły biały szum.
Testy Boxa-Pierce'a i Ljung-Boxa. Test Jarque'a-Bery. Wykres kwantyl-kwantyl.
Szeregi liniowe. Modele autoregresji. Modele średniej ruchomej. Modele ARMA.
Estymacja modeli ARMA. Kryteria informacyjne. Symulacja szeregów ARMA. Prognozowanie za pomocą modeli ARMA.
Testowanie heteroskedastyczności warunkowej. Model GARCH. Własności procesów GARCH.
Rozkłady błędu stosowane w modelach GARCH: standaryzowany rozkład t Studenta, uogólniony rozkład błędu, standaryzowany skośny rozkład t Studenta. Asymetryczne modele GARCH.

Estymacja modeli GARCH. Prognozowanie wariancji warunkowej. Wybór modelu GARCH.
Wartość zagrożona. Szacowanie i prognozowanie wartości zagrożonej i oczekiwanego niedoboru. Test Kupca. Regresja kwantylowa. Modele CAViaR.
Modele przełącznikowe. Proste przełączanie, model Hamiltona, Model z przełączaniem typu Markowa

Nazwa zajęć: Szeregi i całki Fouriera
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna pojęcia i własności splotu funkcji, aproksymacyjnej jedności i regularyzacji.
2. zna definicję współczynników Fouriera i szeregu Fouriera funkcji okresowej i ich podstawowe własności.
3. zna różne rodzaje zbieżności w tym zbieżność punktową i jednostajną, sumowalność według Cesara, sumowalność według Abela i zbieżność średniokwadratową.
4. Zna zastosowania szeregów Fouriera w tym do rozwiązania równania przewodnictwa ciepła pręta i nierówności izoperymetrycznej.
5. zna związek transformacji Fouriera z różniczkowaniem i splotem. Rozumie znaczenie transformacji Fouriera w teorii równań różniczkowych.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi obliczyć splot prostych funkcji.
2. potrafi wyznaczyć szereg Fouriera prostych funkcji.
3. potrafi stosowań kryteria zbieżności szeregów Fouriera i rozstrzygać w jakim sensie zbieżny jest dany szereg.
4. potrafi obliczyć transformatę Fouriera prostych funkcji, umie rozszerzyć definicję transformaty Fouriera na inne klasy funkcji.
5. potrafi stosowań transformacje Fouriera do szukania rozwiązań niektórych równań (równanie falowe, równanie przewodnictwa ciepła).
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do uzasadnienia roli teorii szeregów Fouriera w zastosowaniach matematyki.
Treści programowe dla zajęć:
Splot funkcji, regularyzacja, przestrzeniach funkcji całkowalnych, nierówności Hoeldera, Minkowskiego i Younga.
Definicja współczynników Fouriera i ich własności (tw. o jednoznaczności). Reprezentacja sum częściowych Fouriera przez splot. Sumowalność w sensie Cesara i Abela (tw. Fejera).
Szeregi Fouriera i ortogonalność. Zbieżność szeregów Fouriera w przestrzeni funkcji całkowalnych z kwadratem. Tożsamość Parsevala.
Zbieżność punktowa szeregów Fouriera (zasada lokalizacji). Wystarczające warunki zbieżności (warunek Lipschitza, Diniego, Jordana). Przykład funkcji ciągłej o rozbieżnym szeregu.
Przestrzeń Schwartza funkcji szybko malejących i transformacja Fouriera na prostej rzeczywistej (formuła inwersji, formuła Plancherela). Rozszerzenie definicji na inne klasy funkcji.
Własności transformacji Fouriera (lemat Riemanna, formuła sumacyjna Poissona, zasada nieoznaczoności Heisenberga). Transformacja Fouriera a gładkość funkcji i zwartość jej nośnika.
Zastosowania transformacji Fouriera i szeregów Fouriera. Równanie falowe, równanie przewodnictwa ciepła, nierówność izoperymetryczna.

Nazwa zajęć: Wybrane modele równowagi ekonomicznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie umiejętności:
1. potrafi sprawdzać własności relacji preferencji; potrafi wyznaczać koszyki optymalne w zbiorach; potrafi zapisać i rozwiązać zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji; potrafi skonstruować funkcję popytu konsumpcyjnego i weryfikować jej własności oraz nadawać ekonomiczne interpretacje własnościom funkcji popytu
2. potrafi sporządzić wykres skrzynkowy Edgewortha i przeanalizować racjonalne decyzje konsumentów
3. potrafi zapisać prosty model wymiany; potrafi skonstruować funkcję popytu nadwyżkowego i weryfikować jej własności; potrafi wyznaczyć wektor cen równowagi rynkowej oraz alokację równowagi rynkowej; potrafi zinterpretować własności alokacji równowagi rynkowej: Pareto-efektywność, przynależność do rdzenia wymiany i stabilność
w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi dostrzec, że matematyka ma zastosowania w działalności gospodarczej człowieka; potrafi dostrzec, że matematyka może służyć jako narzędzie do modelowania rzeczywistości i podejmowania decyzji gospodarczych

Treści programowe dla zajęć:
Relacja preferencji konsumenta
Funkcja użyteczności
Problem optymalizacyjny konsumenta
Prosty model wymiany
Dynamika cen

Nazwa zajęć: Algebra 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna algorytm dzielenia z resztą, wzory Cardano i Tartagli.
2. wie, że równia co najmniej piątego stopnia nie są rozwiązywalne przez pierwiastniki.
3. zna podstawowe definicje i własności związane z pierścieniami i ciałami, zna kryterium Eisensteina.
4. zna zasadnicze własności rozszerzeń ciał.
5. zna zasadnicze twierdzenie teorii Galois.
6. zna wybrane zastosowania teorii Galois.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować algorytm dzielenia z resztą, korzystać ze wzorów Cardano i Tartagli do rozwiązywania równań trzeciego i czwartego stopnia.
2. potrafi dokonywać rozkładów na czynniki nierozkładalne w zbiorze liczb całkowitych Z, w K[x] oraz Z[x], umie stosować kryterium Eisensteina.
3. potrafi określać zasadnicze własności rozszerzeń ciał, w tym stopień rozszerzenia, rozszerzenia normalne oraz rozszerzenia rozdzielcze.
4. potrafi zliczać homomorfizmy ciał, znajdować rozszerzenia Galois, identyfikować grupy rozwiązalne oraz rozwiązywać równania algebraiczne przezpierwiastniki.
5. potrafi stosować teorię Galois do wybranych zagadnień.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do omówienia znaczenia teorii Galois i jej konsekwencji w konteksćie rozwiązania problemów delijskich.

Treści programowe dla zajęć:
Preliminaria o równaniach algebraicznych: równania kwadratowe, algorytm dzielenia z resztą, pierwiastki z jedynki, równania sześcienne i czwartego stopnia (wzory Cardano i Tartagli), równania piątego stopnia są zazwyczaj nierozwiązywalne przez pierwiastniki.
Pierścienie i ciała: przypomnienie podstawowych definicji i własności, rozkład na czynniki nierozkładalne w Z, w K[x] oraz w Z[x], kryterium Eisensteina.
Zasadnicze własności rozszerzeń ciał: stopień rozszerzenia, konstrukcje geometryczne za pomocą cyrkla i linijki, rozszerzenia normalne, ciała skończone, rozszerzenia rozdzielcze.
Teoria Galois: zliczanie homorfizmów ciał, ciało stałe, rozszerzenia Galois, odpowiedniość Galois i główne twierdzenie teorii Galois, grupy rozwiązalne, rozwiązywanie równań algebraicznych przez pierwiastniki.
Zastosowania teorii ciał i teorii Galois: obliczanie grupy Galois wielomianu, twierdzenia o elementach prymitywnym i regularnym, rozszerzenia Artina-Schreiera, istnienie domknięcia algebraicznego ciała, stopień przestępności rozszerzenia, rozszerzenia nierozdzielcze, twierdzenie Gaussa o kontruowalności n-kąta foremnego, konstrukcja geometryczna siedemnastoboku foremnego, nierozkładalność wielomianu cyklotomicznego.

Nazwa zajęć: Algebra
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna definicje i podstawowe własności zasadniczych struktur algebraicznych: grupy, pierścienia i ciała.
2. zna przykłady struktur algebraicznych występujących w matematyce.
3. zna podstawowe twierdzenia teorii grup, pierścieni, ciał oraz podstawowe własności pierścieni wielomianów

w zakresie umiejętności:

1. rozumie definicje i podstawowe własności zasadniczych struktur algebraicznych: grupy, pierścienia i ciała.
2. rozumie dowody podstawowych twierdzeń teorii grup, pierścieni i ciał.
3. umie prowadzić proste rozumowania algebraiczne na poziomie ogólności właściwym dla algebry abstrakcyjnej oraz wykorzystać poznane zagadnienia do skonstruowania ciał skończonych.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania zaawansowanych pojęć z algebry abstrakcyjnej na poziomie studiów II stopnia.

Treści programowe dla zajęć:

Działanie w zbiorze oraz jego podstawowe własności, definicja podstawowych struktur algebraicznych Aksjomaty grupy, przykłady grup oraz pojęcia rzędu grupy, rzędu elementu, podgrupy, warstwy. Sformułowanie i dowód twierdzenia Lagrange'a.
Definicja i przykłady homomorfizmu grup. Pojęcie jądra i obraz homomorfizmu, dzielnika normalnego jako jądra homomorfizmów oraz konstrukcja grupy ilorazowej. Sformułowanie i dowód pierwszego twierdzenie o izomorfizmie.
Rozkład grupy na sumę prostą podgrup oraz twierdzenie podające warunek konieczny i dostateczny.
Pojęcie potęgowania i rzędu elementu, generatorów grupy oraz grupy cyklicznej. Klasyfikacja grup cyklicznych oraz własności podgrupy i obrazu homomorficznego grup cyklicznych.
Aksjomaty pierścienia, pierścienia przemiennego, pierścienia z jedynką oraz ciała. Pojęcie elementu odwracalnego, dzielnika zera oraz dziedziny całkowitości. Definicja homomorfizmu pierścieni oraz jego jądra i obrazu.
Pojęcie ideału jako jądra homomorfizmów, pierścienia ilorazowego oraz twierdzenie o izomorfizmie. Definicja ideału głównego, pierwszego i maksymalnego. Twierdzenie o istnieniu ideału maksymalnego oraz twierdzenia o pierścieniu ilorazowym wyznaczonym przez ideał pierwszy i przez ideał maksymalny.
Definicja wielomianu jednej zmiennej, pierwiastków wielomianu oraz podstawowe własności pierścienia wielomianów. Twierdzenie o dzieleniu wielomianów z resztą oraz podstawowe własności wielomianów nierozkładalnych i ideałów głównych generowanych przez wielomiany nierozkładalne. Ilorazowe pierścienie wielomianowe oraz konstrukcja ciał skończonych.

Nazwa zajęć: Teoria punktu stałego

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna porządek w przestrzeniach metrycznych i twierdzenie Caristi.
2. Zna zagadnienie punktów stałych w kratach zupełnych i zbiorach łańcuchowo zupełnych oraz w przestrzeniach metrycznych.
3. Zna problem punktów stałych funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
4. Zna pojęcie metryki Hausdorffa, kontrakcji wielowartościowej oraz fraktali.
5. Zna pojęcie sympleksu, twierdzenie KKM i twierdzenie Brouwera o punkcie stałym.
6. Zna twierdzenia Schaudera i Tichonowa.

w zakresie umiejętności:

1. Umie wskazać główne problemy i zagadnienia teorii punktu stałego.
2. Umie wskazać porządek w wybranych przestrzeniach metrycznych, potrafi stosować twierdzenie Caristi.
3. Umie znajdować punkty stałe w wybranych kratach zupełnych, zbiorach łańcuchowo zupełnych, przestrzeniach metrycznych oraz punkty stałe funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
4. Umie badać, czy dana metryka jest metryką Hausdorffa oraz sprawdzać, czy dane odwzorowanie jest kontrakcją wielowartościową.
5. Umie stosować twierdzenia KKM, Brouwera o punkcie stałym, Schaudera i Tichonowa.

Treści programowe dla zajęć:

Porządek w przestrzeniach metrycznych i twierdzenie Caristi.
Punkty stałe w kratach zupełnych i zbiorach łańcuchowo zupełnych.
Punkty stałe w przestrzeniach metrycznych.
Punkty stałe funkcji nierozszerzających w przestrzeniach Hilberta.
Metryka Hausdorffa, kontrakcje wielowartościowe i fraktale.
Sympleksy, twierdzenie KKM i twierdzenie Brouwera o punkcie stałym.
Twierdzenie Schaudera i twierdzenie Tichonowa.

Nazwa zajęć: Geometria różniczkowa

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:
1. zna wielkości charakteryzujące krzywe (parametryzacja, trójścian Freneta, krzywizna, torsja)
2. zna lokalne wielkości charakteryzujące powierzchnie (parametryzacja, pierwsza i druga forma kwadratowa)
3. zna związki pomiędzy geometrią i topologią powierzchni (tw. Gaussa - Boneta)
4. zna globalne niezmienniki powierzchni (krzywizna sekcyjna, krzywizna Gaussa, krzywizna średnia)
5. wie, że wiele omawianych niezmienników krzywych i powierzchni ma interpretację fizyczną.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi znajdować parametryzacje łukową krzywej, długość krzywej, krzywiznę i torsję krzywej.
2. potrafi obliczać lokalne wielkości charakteryzujące powierzchnie (parametryzacja, pierwsza i druga forma kwadratowa)
3. potrafi obliczać globalne niezmienniki powierzchni (krzywizna sekcyjna, krzywizna Gaussa, krzywizna średnia)
4. potrafi wykorzystać prosty pakiet programowy do obliczania omawianych niezmienników krzywych i powierzchni
w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje, rysunki i wizualizacje z animacją krzywych i powierzchni.
Treści programowe dla zajęć:
Krzywe płaskie, przykłady, punkty regularne i osobliwe
Krzywizna krzywej płaskiej i jej interpretacja geometryczna.
Krzywe parametryczne w 3-wymiarowej przestrzeni euklidesowej, krzywizna, torsja, wzór Freneta
Izometrie, twierdzenia podstawowe o krzywych przestrzennych
Powierzchnie, przykłady, punkty regularne i osobliwe
Odwzorowanie Weingartena. Pierwsza forma podstawowa
Druga forma podstawowa, odwzorowanie Gaussa.
Krzywizny główne, krzywizna Gaussa i krzywizna średnia.
Theorema Egregium

Nazwa zajęć: Systemy uczące się
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna powszechnie stosowany program do statystycznej analizy danych R.
2. zna podstawowe metody wnioskowania statystycznego w analizie dyskryminacyjnej.
3. zna podstawowe metody klasyfikacji danych pod nadzorem i bez nadzoru.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi generować i przetwarzać dane za pomocą pakietu R.
2. potrafi zastosować metody klasyfikacji danych pod nadzorem i bez nadzoru korzystając z pakietu R.
3. jest w stanie wyznaczyć błąd bayesowski dla metod LDA oraz QDA.
Treści programowe dla zajęć:
Uzupełnienie wiadomości dotyczących użycia pakietu R.
Generowanie danych i graficzne możliwości pakietu R.
Uczenie się pod nadzorem - wprowadzanie. Klasyfikator bayesowski.
Błąd klasyfikacji.
LDA oraz QDA.
Naiwny klasyfikator bayesowski.
Zmienne dyskryminacyjne.
Klasyfikacja jako szczególny przypadek regresji.
Metoda najbliższych sąsiadów.
Analiza składowych głównych.
Analiza skupień.
Drzewa klasyfikacyjne.
Klasyfikatory łączone, lasy losowe.

Nazwa zajęć: Inżynieria finansowa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Potrafi scharakteryzować najważniejsze segmenty rynku finansowego i dostępne na nich papiery. Rozumie, czym jest inżynieria finansowa.
2. Zna definicję instrumentu pochodnego i charakterystyki najważniejszych instrumentów pochodnych.
3. Zna pojęcie arbitrażu i metodę arbitrażową wyznaczania ceny dostawy w instrumentach pochodnych.

4. Potrafi wskazać zalety i wady poznanych metod wyceny.
5. Zna i rozumie strategie inwestycyjne wyznaczane w oparciu o instrumenty pochodne.
6. Potrafi scharakteryzować rynek instrumentów pochodnych stóp procentowych, wymienić podstawowe instrumenty tego rynku i wskazać ich rolę.
7. Wskazuje pozytywne i negatywne konsekwencje istnienia rynku instrumentów pochodnych a także rozumie jaką rolę mogą one odegrać w nieetycznych praktykach finansowych.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi wycenić podstawowe instrumenty pochodne dostępne na rynku polskim i rynkach zagranicznych
2. Potrafi skonstruować strategie arbitrażowe z oparciu o kontrakty terminowe i opcje
3. Potrafi skonstruować bezpieczne strategie inwestycyjne w oparciu o opcje.
4. Potrafi wskazać najlepszy model wyceny do wskazanego instrumentu pochodnego.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Rozumie konieczność zdobywania wiedzy i rozwoju kompetencji w zakresie przedmiotu.
2. Zdobywa umiejętność dyskusji o rynkach finansowych ze szczególnym uwzględnieniem rynku instrumentów pochodnych.
3. Rozumie pojęcie etyki w finansach i potrafi dokonać oceny moralnej poszczególnych praktyk inwestycyjnych.

Treści programowe dla zajęć:

Rynek finansowy. Instrumenty finansowe. Inżynieria finansowa. Papiery wartościowe. Instrumenty pochodne.
Kontrakty forward.
Kontrakty terminowe (futures).
Opcje. Podstawowe charakterystyki opcji. Wycena opcji za pomocą drzew dwumianowych.
Wycena opcji amerykańskich za pomocą drzew dwumianowych.
Strategie arbitrażowe na rynku opcji.
Metoda martyngałowa wyceny instrumentu pochodnego.
Wzór Blacka-Scholesa. Wrażliwość ceny opcji na zmiany parametrów.
Strategie inwestycyjne wykorzystujące opcje.
Przegląd opcji egzotycznych.
Instrumenty pochodne stóp procentowych

Nazwa zajęć: Topologia i jej zastosowania
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. wie, co to jest przestrzeń topologiczna; wie, co to jest baza topologii; wie, co to jest baza otoczeń punktu i pełny układ otoczeń przestrzeni; wie, co to są zbiory otwarte/domknięte; wie, co oznacza porównywalność topologii; wie, co to jest brzeg/wnętrze/domknięcie zbioru; wie, czym są aksjomaty oddzielania i przeliczalności; wie, co to jest topologia produktowa oraz topologia podprzestrzeni.
2. wie, co to jest funkcja ciągła, homeomorfizm, własność topologiczna
3. wie, co to jest metryka i przestrzeń metryczna; zna tw. Tietzego o przedłużaniu funkcji dla przestrzeni metrycznych; wie, co to jest przestrzeń metryczna zupełna
4. wie, co to jest pokrycie przestrzeni; wie, co to jest przestrzeń zwarta; zna przykłady przestrzeni topologicznych zwartych/niezwartych; wie, że w przestrzeniach metrycznych zwartość przestrzeni jest równoważna zwartości ciągowej; zna twierdzenie Weierstrassa dla przestrzeni metrycznych zwartych i rozumie jego znaczenie; wie, że zwartość jest własnością topologiczną.
5. wie, co to jest przestrzeń spójna; wie, że spójność jest własnością topologiczną
6. zna wybrane zastosowania topologii w matematyce i ekonomii

w zakresie umiejętności:

1. potrafi zbadać, czy dana rodzina zbiorów spełnia definicję topologii; umie porównywać topologie; umie skonstruować topologię generowaną przez zadaną rodzinę zbiorów. potrafi zbadać, czy zadany punkt należy do wnętrza/brzegu/domknięcia zbioru i czy zbiór jest otwarty/domknięty; potrafi zbadać, które aksjomaty oddzielania/przeliczalności spełnia przestrzeń topologiczna; potrafi konstruować zbiory otwarte w topologii produktowej/podprzestrzeni; potrafi zbadać ciągłość funkcji; potrafi zbadać, czy funkcja jest homeomorfizmem; potrafi skonstruować topologię przestrzeni w oparciu o zadaną metrykę; potrafi zbadać zwartość przestrzeni topologicznej potrafi podać przykłady przestrzeni zwartych potrafi zbadać spójność przestrzeni topologicznej potrafi podać przykłady przestrzeni spójnych

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi pracować samodzielnie i w grupie nad zadanym problemem związanym z topologią; potrafi uargumentować swoje stanowisko w dyskusji.

Treści programowe dla zajęć:
definicja przestrzeni topologicznej, zbiory otwarte, zbiory domknięte, operacje na zbiorach otwartych i domkniętych, baza i podbaza przestrzeni (topologicznej), topologia generowana przez bazę, porównywanie topologii, konkretne przestrzenie topologiczne (m.in. euklidesowa, strzałki, cyfrowa)
otoczenie punktu, baza otoczeń punktu, wnętrze zbioru, domknięcie zbioru i własności operacji domknięcia, brzeg zbioru, punkty skupienia, punkty izolowane, zbiory gęste, zbiory brzegowe, zbiory nigdziegęste aksjomaty oddzielania, aksjomaty przeliczalności, przestrzenie ośrodkowe, przestrzenie regularne, przestrzenie normalne, topologia podprzestrzeni, topologia produktowa
ciągłość funkcji w punkcie, funkcje ciągłe, operacje na funkcjach ciągłych (m.in. składanie, sklejanie), homeomorfizmy, własność topologiczna
metryka, przestrzeń metryczna, topologia generowana przez metrykę, własności przestrzeni metrycznych, metryzowalność jako własność topologiczna, tw. Urysohna o metryzacji, tw. Tietzego dla przestrzeni metrycznych, przestrzenie metryczne zupełne, tw. Cantora, tw. Baire'a
pokrycie przestrzeni, przestrzenie zwarte, zwartość jako własność topologiczna, własności zwartych przestrzeni Hausdorffa, iloczyn kartezjański przestrzeni zwartych, Tw. Tichonowa, zwartość w przestrzeniach metrycznych, tw. Weierstrassa o osiąganiu kresów, tw. o punkcie stałym i ich zastosowania
przestrzenie spójne, spójność jako własność topologiczna, operacje na zbiorach spójnych, własność Darboux – tw. o wartości pośredniej, tw. Debreu o istnieniu ciągłej funkcji użyteczności

Nazwa zajęć: Klasyczna geometria w zadaniach z Olimpiady Matematycznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. rozumie różnicę pomiędzy aksjomatem a twierdzeniem.
2. zna i rozumie podstawowe twierdzenia planimetrii: twierdzenia Talesa, Pitagorasa, Apoloniusz, Ptolemeusza, Eulera, Cevy i Menelaosa.
3. zna i rozumie podstawowe twierdzenia trygonometryczne planimetrii: twierdzenia sinusów i cosinusów.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi zastosować aksjomaty i twierdzenia o przystawaniu trójkątów.
2. potrafi zastosować podstawowe twierdzenia planimetrii takie jak: twierdzenie Talesa i twierdzenie do niego odwrotne, twierdzenie Pitagorasa, twierdzenie o kątach wpisanych i środkowych w konkretnych problemach geometrycznych.
3. potrafi zastosować twierdzenia o współliniowości punktów i współpękowości prostych w konkretnych problemach geometrycznych.
4. potrafi zastosować rozumowania z użyciem trygonometrii do rozwiazywania problemów geometrycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Aksjomaty przyjmowane współcześnie w geometrii płaszczyzny i aksjomaty przyjęte przez Euklidesa w "Elementach". Konsekwencje przyjętych aksjomatów dla mierzenia odległości i mierzenia kątów na płaszczyźnie. Wektory i translacje na płaszczyźnie.
Cechy przestawania trójkątów, nierówność trójkąta, odległość punktu od prostej.
Twierdzenie Talesa i jego zastosowania.
Własności kół i okręgów.
Własności wielokątów na płaszczyźnie.
Twierdzenia o współliniowości punktów i o współpękowosci prostych.
Twierdzenie sinusów i cosinusów dla trójkątów na płaszczyźnie i tożsamości trygonometryczne.
Kilka podstawowych twierdzeń stereometrii.

Nazwa zajęć: Matematyka aktuarialna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna interpretację i znaczenie podstawowych parametrów tablic trwania życia.
2. zna zależności między podstawowymi parametrami tablic trwania życia.
3. zna i rozumie treść i znaczenie hipotez agregacyjnych i interpolacyjnych.
4. rozumie istotę składek netto.
5. rozumie istotę rezerw matematycznych w ubezpieczeniach.

w zakresie umiejętności:
1. umie korzystając z tablic trwania życia wyznaczyć podstawowe charakterystyki przyszłego czasu życia (x).

2. umie uzasadnić zależności między podstawowymi parametrami tablic trwania życia.
3. potrafi wskazać i uzasadnić konsekwencje hipotez agregacyjnych i interpolacyjnych.
4. umie wyznaczyć składkę netto, w szczególności jednorazową składkę netto w podstawowych typach ubezpieczeń.
5. umie wyznaczyć rezerwę matematyczną w podstawowych typach ubezpieczeń.

Treści programowe dla zajęć:

Tablice trwania życia i ich podstawowe parametry.
Ubezpieczenia na życie. Jednorazowe składki netto.
Rezerwy składki w podstawowych typach ubezpieczeń.

Nazwa zajęć: Teoria grafów

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe pojęcia i problemy teorii grafów i rozumie ich znaczenie.
2. zna i rozumie podstawowe twierdzenia teorii grafów i ich dowody.
3. zna podstawowe metody dowodzenia twierdzeń teorii grafów.
4. rozumie znaczenie praktyczne teorii grafów.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi podać podstawowe definicje i twierdzenia teorii grafów i zastosować je do rozwiązywania wybranych problemów.
2. potrafi przeprowadzić proste rozumowania teoriografowe i dowody wybranych twierdzeń teorii grafów.
3. potrafi modelować proste problemy rzeczywiste w języku teorii grafów.
4. potrafi podać przykłady, gdzie stosuje się poznane zagadnienia i twierdzenia z teorii grafów w praktyce.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do precyzyjnego przedstawiania problemów praktycznych w języku teorii grafów i do wyjaśniania jej znaczenia w zastosowaniach.

Treści programowe dla zajęć:

Graf jako model dla rzeczywistych problemów. Pojęcie grafu. Izomorfizm i automorfizmy grafów. Podgrafy. Klasyczne rodziny grafów. Ciągi stopni. Graf krawędziowy.
Spacery, szlaki, ścieżki i cykle. Spójność grafu, składowe spójności. Krawędzie cięcia.
Drzewa i lasy. Przeliczanie drzew rozpiętych. Twierdzenie Cayleya.
Krawędziowa i wierzchołkowa spójność. Twierdzenie Whitneya. Twierdzenia Mengera.
Obchody Eulera i cykle Hamiltona. Twierdzenie Eulera. Twierdzenia Ore i twierdzenie Diraca.
Skojarzenia i pokrycia wierzchołkowe w grafach dwudzielnych. Twierdzenie Berge'a, twierdzenie Halla, twierdzenie Koeniga. Skojarzenia doskonałe - twierdzenie Tutte'a.
Zbiory niezależne i kliki. Pokrycia wierzchołkowe i krawędziowe - twierdzenia Gallaia i Koeniga.
Liczby Ramseya. Twierdzenia Ramseya i twierdzenie Erdosa. Twierdzenie Turana.
Kolorowanie wierzchołków i krawędzi grafu. Liczba chromatyczna grafu, grafy krytyczne. Twierdzenie Brooksa. Indeks chromatyczny grafu - twierdzenie Vizinga.
Grafy planarne. Wzór Eulera i jego konsekwencje. Kolorowanie map. Twierdzenie o czterech barwach. Twierdzenie Heawooda. „Rzadkie” grafy o dużej liczbie chromatycznej.
Modele grafów losowych. Sieci złożone.

Nazwa zajęć: Elementy metod numerycznych

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna sposoby reprezentacji liczb w komputerze, własności arytmetyki zmiennopozycyjnej, różnice pomiędzy wykonywaniem obliczeń w arytmetyce liczb rzeczywistych i arytmetyce zmiennopozycyjnej.
2. zna pojęcie uwarunkowania numerycznego zadania i stabilności numerycznej algorytmów.
3. zna różne metody numeryczne rozwiązywania wybranych problemów matematycznych oraz ich własności.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi określić wpływ arytmetyki zmiennopozycyjnej na otrzymany wynik.
2. potrafi badać wskaźnik uwarunkowania zadania dla wybranych zadań numerycznych.
3. potrafi stosować różne metody rozwiązywania zagadnienia interpolacyjnego, całkowania numerycznego, rozwiązywania równań nieliniowych, rozwiązywania równań różniczkowych,

rozwiązywania układów równań liniowych oraz znajdowania rozkładu macierzy względem wartości szczególnych.
4. potrafi porównać własności różnych metod numerycznych rozwiązywania wybranych problemów matematycznych i wskazać metodę bardziej efektywną.
5. potrafi rozwiązywać w sposób numeryczny wybrane problemy matematyczne przy użyciu pakietu numerycznego.

Treści programowe dla zajęć:
Wprowadzenie do pakietu Scilab.
Zapis stałopozycyjny i zmiennopozycyjny. Działania na liczbach zmiennopozycyjnych. Własności arytmetyki zmiennopozycyjnej. Standard IEEE 754. Algorytm sumacyjny Kahana.
Uwarunkowanie zadania numerycznego. Wskaźnik uwarunkowania zadania obliczania wartości funkcji jednej i wielu zmiennych oraz zadania obliczania iloczynu skalarnego wektorów. Numeryczna stabilność algorytmów.
Algorytm Hornera i jego zastosowania. Zagadnienia interpolacji wielomianowej Lagrange'a i Hermite'a. Postać Lagrange'a i Newtona wielomianu interpolacyjnego. Zastosowanie uogólnionego algorytmu Hornera do obliczenia wartości wielomianu w postaci Newtona. Oszacowanie błędu interpolacji. Węzły Czebyszewa.
Kwadratury interpolacyjne. Proste i złożone kwadratury Newtona-Cotesa.
Metody iteracyjne rozwiązywania równań nieliniowych (metody bisekcji, stycznych, siecznych, metody jednopunktowe). Kryteria stopu. Rząd zbieżności metod iteracyjnych.
Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych. Metody Eulera, Heuna, Rungego-Kutty.
Normy wektorowe i macierzowe. Wskaźnik uwarunkowania macierzy. Metody bezpośrednie rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa bez wyboru elementu głównego, z częściowym i pełnym wyborem elementu głównego. Rozkład LU macierzy. Rozkład Doolittle'a. Rozkład Cholesky'ego-Banachiewicza. Metody iteracyjne rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda Jacobiego, Gaussa-Seidela i nadrelaksacji. Zbieżność metod iteracyjnych.
Rozkład względem wartości szczególnych macierzy. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Wybrane zastosowania rozkładu względem wartości szczególnych macierzy.

Nazwa zajęć: Pakiety statystyczne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie metody statystyki opisowej.
2. zna i rozumie metody estymacji parametrów modelu statystycznego.
3. zna i rozumie metody weryfikacji modelu statystycznego.
4. zna i rozumie metody weryfikacji hipotez statystycznych.
5. zna i rozumie wybrane układy doświadczalne.
6. zna i rozumie metody regresji.
7. zna i rozumie metody analizy zależności.
8. zna i rozumie pojęcie redukcji wymiaru oraz jego zastosowania.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować dane do analizy statystycznej w pakietach statystycznych.
2. potrafi wykorzystać metody statystyki opisowej do przedstawienia rozkładu empirycznego próby z użyciem pakietów statystycznych oraz zinterpretować otrzymane wyniki.
3. potrafi dokonać estymacji nieznanych parametrów modelu statystycznego wspomagając się obliczeniami wykonanymi w pakietach statystycznych.
4. potrafi zweryfikować poprawność modelu statystycznego na bazie obliczeń wykonanych w pakietach statystycznych.
5. potrafi dokonać badania istotności różnic za pomocą odpowiednich testów statystycznych i pakietów statystycznych.
6. potrafi wykorzystać wybrane układy doświadczalne do analizy danych z wykorzystaniem pakietów statystycznych.
7. potrafi wykonać analizę regresji w pakietach statystycznych oraz zinterpretować jej wyniki.
8. potrafi zbadać zależność między zmiennymi z wykorzystaniem pakietów statystycznych.
9. potrafi dokonać redukcji wymiaru danych wielowymiarowych korzystając z możliwości pakietów statystycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Przygotowanie danych w pakietach statystycznych
Statystyka opisowa z wykorzystaniem pakietów statystycznych
Estymacja punktowa i przedziałowa w pakietach statystycznych

Weryfikacja modelu statystycznego (testy zgodności) w pakietach statystycznych
Badanie istotności różnic w pakietach statystycznych
Wybrane układy doświadczalne w pakietach statystycznych
Analiza regresji w pakietach statystycznych
Analiza zależności cech w pakietach statystycznych
Redukcja wymiaru w pakietach statystycznych

Nazwa zajęć: Proseminarium z matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień matematycznych.
2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:
Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki.

Nazwa zajęć: Proseminarium z matematyki finansowej i aktuarialnej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień z matematyki finansowej i aktuarialnej.
2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:
Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki finansowej i aktuarialnej.

Nazwa zajęć: Proseminarium ze statystyki i analizy danych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna metody analizowania tekstu matematycznego, redagowania i przygotowania własnej wypowiedzi.
2. zna przynajmniej jeden program służący do przygotowania prezentacji zawierającej tekst matematyczny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi przygotować i wygłosić referat na wybrany temat.
2. potrafi zredagować krótki tekst naukowy.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi wyszukiwać informacje dotyczące wybranych zagadnień matematycznych.
2. bierze udział w dyskusji zagadnień zawierających treści matematyczne.

Treści programowe dla zajęć:

Wybranie tematu referatu, przygotowanie i prezentacja dotycząca zagadnień z wybranego działu matematyki, w tym ze statystyki i analizy danych.

Nazwa zajęć: Topologia
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. wie, co to jest przestrzeń topologiczna; wie, co to jest baza topologii; wie, co to jest baza otoczeń punktu i pełny układ otoczeń przestrzeni; wie, co to są zbiory otwarte/domknięte; wie, co oznacza porównywalność topologii; wie, co to jest brzeg/wnętrze/domknięcie zbioru; wie, czym są aksjomaty oddzielania i przeliczalności; wie, co to jest topologia produktowa oraz topologia podprzestrzeni.
2. wie, co to jest funkcja ciągła, homeomorfizm, własność topologiczna
3. wie, co to jest metryka i przestrzeń metryczna; zna tw. Tietzego o przedłużaniu funkcji dla przestrzeni metrycznych; wie, co to jest przestrzeń metryczna zupełna
4. wie, co to jest pokrycie przestrzeni; wie, co to jest przestrzeń zwarta; zna przykłady przestrzeni topologicznych zwartych/niezwartych; wie, że w przestrzeniach metrycznych zwartość przestrzeni jest równoważna zwartości ciągowej; zna twierdzenie Weierstrassa dla przestrzeni metrycznych zwartych i rozumie jego znaczenie; wie, że zwartość jest własnością topologiczną.
5. wie, co to jest przestrzeń spójna; wie, że spójność jest własnością topologiczną
w zakresie umiejętności:
1. potrafi zbadać, czy dana rodzina zbiorów spełnia definicję topologii; umie porównywać topologie; umie skonstruować topologię generowaną przez zadaną rodzinę zbiorów. potrafi zbadać, czy zadany punkt należy do wnętrza/brzegu/domknięcia zbioru i czy zbiór jest otwarty/domknięty; potrafi zbadać, które aksjomaty oddzielania/przeliczalności spełnia przestrzeń topologiczna; potrafi konstruować zbiory otwarte w topologii produktowej/podprzestrzeni; potrafi zbadać ciągłość funkcji; potrafi zbadać, czy funkcja jest homeomorfizmem; potrafi skonstruować topologię przestrzeni w oparciu o zadaną metrykę; potrafi zbadać zwartość przestrzeni topologicznej; potrafi podać przykłady przestrzeni zwartych potrafi; zbadać spójność przestrzeni topologicznej potrafi; podać przykłady przestrzeni spójnych
w zakresie kompetencji społecznych:
1. potrafi pracować samodzielnie i w grupie nad zadanym problemem związanym z topologią; potrafi uargumentować swoje stanowisko w dyskusji.
Treści programowe dla zajęć:
definicja przestrzeni topologicznej, zbiory otwarte, zbiory domknięte, operacje na zbiorach otwartych i domkniętych, baza i podbaza przestrzeni (topologicznej), topologia generowana przez bazę, porównywanie topologii
otoczenie punktu, baza otoczeń punktu, wnętrze zbioru, domknięcie zbioru i własności operacji domknięcia, brzeg zbioru, punkty skupienia, punkty izolowane, zbiory gęste, zbiory brzegowe, zbiory nigdziegęste aksjomaty oddzielania, aksjomaty przeliczalności, przestrzenie ośrodkowe, przestrzenie regularne, przestrzenie normalne, topologia podprzestrzeni, topologia produktowa
ciągłość funkcji w punkcie, funkcje ciągłe, operacje na funkcjach ciągłych (m.in. składanie, sklejanie), homeomorfizmy, własność topologiczna
metryka, przestrzeń metryczna, topologia generowana przez metrykę, własności przestrzeni metrycznych, przestrzenie metryczne zupełne, tw. Tietzego dla przestrzeni metrycznych
pokrycie przestrzeni, przestrzenie zwarte, zwartość jako własność topologiczna, własności zwartych przestrzeni Hausdorffa, iloczyn kartezjański przestrzeni zwartych, Tw. Tichonowa, zwartość w przestrzeniach metrycznych, tw. Weierstrassa dla przestrzeni metrycznych
przestrzenie spójne, spójność jako własność topologiczna, własność Darboux – tw. o wartości pośredniej

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna pojęcie funkcji i podstawowe operacje na funkcjach.
2. Zna pojęcia liczb naturalnych, całkowitych, wymiernych i rzeczywistych. Zna pojęcie porządku w zbiorze liczb rzeczywistych.
3. Zna podstawową strukturę topologiczną zbioru liczb rzeczywistych. Wie co to jest zupełność.
4. Zna pojęcia ciągu zbieżnego, ograniczonego i ciągu Cauchy'ego. Rozumie różnice i związki między tymi pojęciami.
5. Zna definicje granicy funkcji wg. Cauchy'ego i Heinego. Jest świadomy Ich równoważności. Zna definicje i własności granic jednostronnych.
6. Zna pojęcie funkcji ciągłej i jej podstawowe własności.

7. Zna pojęcie pochodnej pierwszego i wyższych rzędów jak również własności funkcji różniczkowalnych.
8. Zna zastosowania pochodnej w szczególności jej zastosowanie do badania przebiegu zmienności funkcji.
9. Zna różne pojęcia zbieżności szeregów liczbowych (zbieżność bezwzględna, bezwarunkowa, warunkowa) i związki pomiędzy nimi. Zna kryteria zbieżności szeregów o wyrazach dodatnich i szeregów. naprzemiennych. Zna operacje algebraiczne na szeregach w tym mnożenie splotowe.

w zakresie umiejętności:

1. Umie dokonywać podstawowe operacje na funkcjach.
2. Umie dokonywać różne operacji na liczbach rzeczywistych, w szczególności umie wyznaczać kresy zbiorów.
3. Umie znajdować punkty skupienia zbiorów. Umie posługiwać się pokryciami.
4. Potrafi znaleźć granicę wybranych ciągów. Potrafi sprawdzić, czy ciąg jest ograniczony, zbieżny i czy jest ciągiem Cauchy'ego.
5. Potrafi znaleźć granice wybranych funkcji w punkcie a także granice jednostronne i granice w nieskończoności.
6. Potrafi stwierdzić czy wybrane funkcje są ciągłe. Potrafi określić własności obrazów i przeciwobrazów wybranych zbiorów przy działaniu na nie funkcjami ciągłymi.
7. Potrafi obliczyć pochodne dowolnego rzędu wybranych funkcji. Potrafi stwierdzić, czy funkcja jest, czy też nie jest różniczkowalna wdanym punkcie.
8. Umie stosować pojęcie pochodnej w Konkretnych przykładach. W szczególności umie: wyznaczać ekstrema funkcji, badać jej monotoniczność, wypukłość, znajdować punkty przegięcia wykresu funkcji.
9. Potrafi zastosować te kryteria zbieżności szeregów liczbowych do badania zbieżności konkretnych szeregów. Potrafi mnożyć szeregi liczbowe.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do studiowania rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych.

Treści programowe dla zajęć:

Pojęcie funkcji. Definicja funkcji, składanie funkcji, funkcja odwrotna, wykres funkcji.

1. Aksjomaty zbioru liczb rzeczywistych.
2. Wartość bezwzględna, interpretacja geometryczna zbioru liczb rzeczywistych.
3. Zbiory ograniczone, kresy, istnienie pierwiastka, zasada Archimedesa, gęstość zbioru liczb wymiernych.
4. Rozszerzony zbiór liczb rzeczywistych.

Podstawowe twierdzenia związane z zupełnością zbioru liczb rzeczywistych:– lemat Ascoliego (o ciągu przedziałów zstępujących);– pokrycie, twierdzenie Heinego-Borela;– punkt skupienia zbioru, twierdzenie Bolzano-Weierstrassa.

1. Definicja ciągu zbieżnego.
2. Własności ciągów zbieżnych.
3. Ciągi monotoniczne.
4. Liczba e.
5. Podciągi.
6. Ciągi Cauchy'ego, zupełność zbioru liczb rzeczywistych.
7. Granice dolna i górna, zbieżność niewłaściwa.

1. Definicje granicy funkcji w sensie Cauchy'ego i Heinego.
2. Działania arytmetyczne na granicach, granice a nierówności, granica funkcji złożonej.
3. Granice jednostronne.
4. Granice nieskończone i granice w nieskończoności

1. Definicja funkcji ciągłej.
2. Własności lokalne funkcji ciągłych.
3. Rodzaje nieciągłości.
4. Własność Darboux.
5. Twierdzenie Weierstrassa o osiąganiu kresów.
6. Ciągłość jednostajna, twierdzenie Cantora.
7. Monotoniczność a ciągłość, ciągłość funkcji odwrotnej.
8. Ciągłość funkcji elementarnych.

1. Definicja i interpretacja geometryczna pochodnej, różniczka.
2. Różniczkowalność a ciągłość.
3. Działania arytmetyczne na funkcjach różniczkowalnych.
4. Twierdzenia o pochodnej funkcji złożonej i o pochodnej funkcji odwrotnej.
5. Pochodne wyższych rzędów.

6. Twierdzenia o wartości średniej w rachunku różniczkowym.
1. Monotoniczność, ekstrema, warunki konieczne i dostateczne na istnienie ekstremum funkcji różniczkowalnej. Wzór Taylora.
2. Funkcje wypukłe, punkty przegięcia, warunki konieczne i dostateczne na wypukłość funkcji różniczkowalnej.
3. Symbole nieoznaczone, reguła de l'Hôpitala.
1. Definicja szeregu zbieżnego, warunek Cauchy'ego i warunek konieczny zbieżności, szeregi: geometryczny i harmoniczny.
2. Operacje na szeregach.
3. Szeregi o wyrazach nieujemnych, kryteria zbieżności: porównawcze, pierwiastkowe, ilorazowe, zasada zagęszczania Cauchy'ego.
4. Szeregi o wyrazach dowolnych znaków, kryteria: Dirichleta, Abela i Leibniza.
5. Zbieżność bezwzględna i warunkowa, zmiana kolejności wyrazów szeregu, twierdzenie Riemanna.
6. Mnożenie szeregów, twierdzenie Mertensa.
7. Szeregi dwustronne.

Nazwa zajęć: Algebra liniowa 1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie podstawowe pojęcia i twierdzenia algebry liniowej
w zakresie umiejętności:
1. potrafi rozwiązywać dowolne układy równań liniowych oraz określić rząd danej macierzy, znaleźć postacie zredukowane
2. potrafi wykonywać operacje na macierzach, znajdować macierz odwrotną za pomocą różnych metod, obliczać wyznacznik macierzy kwadratowych
3. potrafi badać liniową zależność wektorów, znajdować bazy i wymiary przestrzeni liniowych, znajdować macierz przejścia od bazy do bazy, itp.
4. potrafi rozróżniać struktury algebraiczne; określić, czy dany zbiór jest podprzestrzenią liniową danej przestrzeni liniowej, czy suma algebraiczna podprzestrzeni liniowych jest sumą prostą, itp.
5. potrafi dowodzić i formułować podstawowe fakty i twierdzenia algebry liniowej oraz formułować podstawowe definicje algebry liniowej
Treści programowe dla zajęć:
Struktury algebraiczne. Arytmetyka w różnych ciałach. Macierz o m wierszach n kolumnach i elementach/współczynnikach z dowolnego ciała. Postać zredukowana i całkowicie zredukowana macierzy. Rząd macierzy. Układ równań liniowych o współczynnikach z dowolnego ciała. Metoda eliminacji Gaussa-Jordana rozwiązywania układów równań. Twierdzenie Kroneckera-Capellego.
Operacje dodawania macierzy, mnożenia macierzy przez skalar oraz mnożenia macierzy. Macierz transponowana i hermitowsko-sprzężona. Własności działań. Ślad macierzy. Macierze elementarne. Macierz odwrotna, odwracalna, osobliwa, nieosobliwa. Algorytm odwracania macierzy za pomocą operacji elementarnych.
Wyznacznik macierzy kwadratowej. Własności wyznacznika; twierdzenie Laplace'a, wzór Sarrusa; twierdzenie Cauchy'ego. n-ta grupa liniowa, n-ta specjalna grupa liniowa, n-ta grupa ortogonalna, itd. Macierz dołączona oraz wzór na macierz odwrotną wykorzystujący wyznacznik i macierz dołączoną. Minor macierzy, minor obejmujący. Metoda minorów obejmujących (dot. obliczania rzędu macierzy). Wzory Cramera.
Przestrzeń liniowa i podprzestrzeń liniowa. Układ wektorów oraz kombinacja liniowa układu wektorów. Powłoka liniowa układu wektorów. Liniowa niezależność oraz liniowa zależność układu wektorów. Baza i wymiar przestrzeni liniowej, współrzędne wektora względem bazy. Twierdzenie Steinitza o wymianie. Suma prosta i algebraiczna podprzestrzeni liniowych. Macierz przejścia od bazy do bazy.
Przekształcenie liniowe, funkcjonał liniowy oraz przestrzeń dualna. Monomorfizm, epimorfizm i izomorfizm przestrzeni liniowych oraz automorfizm i endomorfizm/operator liniowy przestrzeni liniowej. Własności przekształcenia liniowego.

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna pojęcie funkcji pierwotnej, całki nieoznaczonej oraz całki oznaczonej. Zna ich własności i relacje zachodzące pomiędzy nimi. Zna i rozumie twierdzenia o całkowaniu przez części i o zamianie zmiennej w całce. Rozumie znaczenie twierdzeń o wartości średniej w rachunku całkowym.

2. Zna definicję całki Riemanna oraz jej podstawowe własności. Rozumie kryterium całkowalności i jego znaczenie w dowodzeniu istnienia całek z funkcji ciągłych i monotonicznych. Zna wzór Newtona-Leibniza. Rozumie interpretację geometryczną całki. Zna zastosowania całki Riemanna, w tym wzory na długość krzywej regularnej, na pole powierzchni i objętość bryły obrotowej.
3. Zna definicje całki niewłaściwej oraz kryteria do badania zbieżności do tych całek. Rozumie analogie pomiędzy teoriami całek niewłaściwych i szeregów liczbowych. Zna funkcję Gamma Eulera.
4. Rozumie zbieżność ciągów i szeregów o wyrazach zespolonych. Zna pojęcie ciągłości i różniczkowalności w kontekście funkcji zmiennej zespolonej. Rozumie analogie z definicjami ciągłością i różniczkowalnością funkcji zmiennej rzeczywistej.
5. Zna pojęcia zbieżności punktowej i jednostajnej ciągów i szeregów funkcyjnych oraz kryteria zbieżności jednostajnej Cauchy'ego i Weierstrassa. Zna związki zbieżności jednostajnej z ciągłością, różniczkowaniem i całkowaniem. Jest świadomy, że istnieją funkcje ciągłe nigdzie nieróżniczkowalne.
6. Zna definicje szeregu potęgowego i promienia zbieżności oraz wzór Cauchy'ego-Hadamarda. Zna własności sumy szeregu potęgowego w przedziale zbieżności i rozwinięcia w szereg potęgowy funkcji wykładniczej i funkcji trygonometrycznych. Zna związki pomiędzy funkcją wykładniczą a funkcjami trygonometrycznymi.
7. Zna definicję i podstawowe własności szeregu Fouriera. Zna postać trygonometryczną i zespoloną tych szeregów.
8. Zna definicję przestrzeni metrycznej i przykłady tych przestrzeni. Rozumie własności zbiorów otwartych i domkniętych, spójnych i zwartych. Zna pojęcia domknięcia, wnętrza i brzegu zbioru. Zna definicje ciągu zbieżnego, warunku Cauchy'ego i przestrzeni zupełnej. Wie, że przestrzeń euklidesowa skończenie wymiarowa jest zupełna. Zna twierdzenie Banacha o kontrakcji. Zna definicje funkcji ciągłej w przypadku funkcji określonej na przestrzeni metrycznej oraz jej własności na zbiorach zwartych i spójnych. Widzi różnicę pomiędzy spójnością a łukową spójnością.
9. Zna definicję i podstawowe własności całki Riemanna-Stieltjesa.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi obliczać funkcje pierwotne dla funkcji wymiernych oraz niektórych funkcji niewymiernych i funkcji trygonometrycznych. Umie stosować twierdzenia o całkowaniu przez części i o zamianie zmiennej w całce.
2. Potrafi podać przykłady funkcji całkowalnych i niecałkowalnych w sensie Riemanna. Potrafi wyznaczyć całkę górą, dolną i całkę Riemanna prostych funkcji. Potrafi zastosować wzory na pole powierzchni, długość łuku i objętość bryły obrotowej.
3. Potrafi stosować kryteria zbieżności całek niewłaściwych do badania zbieżności tych całek. Potrafi stosować całkowe kryterium zbieżności szeregów.
4. Potrafi dokonywać obliczeń w ciele liczb zespolonych. Umie zbadać ciągłość i różniczkowalność prostych funkcji zmiennej zespolonej.
5. Potrafi sprawdzić czy proste ciągi funkcyjne są zbieżne i czy jest to zbieżność punktowa czy jednostajna. Umie badać zbieżność jednostajną za pomocą kryteriów Weierstrassa i Cauchy'ego.
6. Potrafi rozwijać funkcje w szereg potęgowy i stosować twierdzenie Abela.
7. Potrafi rozwijać funkcje w szereg Fouriera i badać zbieżność szeregu.
8. Potrafi określić czy podzbiór przestrzeni euklidesowej jest otwarty, domknięty, zwarty, spójny. Umie znaleźć granice ciągów w wybranych przestrzeniach metrycznych. Potrafi stosować twierdzenie Banacha o kontrakcji do rozwiązywania prostych równań nieliniowych.
9. Umie obliczać całki Riemanna-Stieltjesa.

Treści programowe dla zajęć:

1. Definicja funkcji pierwotnej.
2. Podstawowe własności całki nieoznaczonej.
3. Całkowanie przez części i przez podstawienie.
4. Najważniejszych typów całek nieoznaczonych dających się obliczyć w sposób elementarny: całkowanie funkcji wymiernych, niewymiernych, podstawienia Eulera, całkowanie funkcji trygonometrycznych.
5. Definicja całki oznaczonej i jej podstawowe własności
6. Twierdzenia o wartości średniej dla całek oznaczonych.

1. Definiowanie całki Riemanna oraz całek górnej i dolnej
2. Kryterium całkowalności Cauchy'ego
3. Podstawowych własności całki: liniowość, monotoniczność, całka z iloczynu funkcji, całka z bezwzględnej wartości funkcji całkowalnej.
4. Całkowalności funkcji ciągłej i funkcji monotonicznej.
5. Twierdzenia o całce jako funkcji górnej granicy całkowania oraz wzoru Newtona-Leibniza. Twierdzenie o istnieniu funkcji pierwotnej z funkcji ciągłej.

6. Miara Jordana na płaszczyźnie i interpretacja geometryczna całki.
7. Zastosowania całki Riemanna (długość krzywej, objętość i pole powierzchni bryły obrotowej).
1. Definicji różnych całek niewłaściwych i ich podstawowe własności.
2. Kryteria na zbieżność i bezwzględną zbieżność całek niewłaściwych
3. Związek pomiędzy zbieżnością całki niewłaściwej a zbieżnością szeregu.
1. Moduł liczby zespolonej i odległość w ciele liczb zespolonych.
2. Zbieżność ciągów i szeregów o wyrazach zespolonych,
3. Ciągłość funkcji zespolonych,
4. Definicja pochodnej zespolonej i jej podstawowe własności.
5. Całkowanie funkcji określonych na przedziale i przyjmujących wartości zespolone.
1. Definicja zbieżności punktowej i jednostajnej ciągów i szeregów funkcyjnych.
2. Warunki Cauchy'ego na zbieżność jednostajną i kryterium Weierstrassa.
3. Twierdzenia o związkach zbieżności jednostajnej z ciągłością, różniczkowaniem i całkowaniem.
4. Przykład funkcji ciągłej na całej prostej, która nie ma pochodnej w żadnym punkcie.
1. Definicja szeregu potęgowego i jego promienia zbieżności.
2. Twierdzenia Cauchy'ego-Hadamarda.
3. Własności sumy szeregu potęgowego w przedziale zbieżności.
4. Rozwijanie funkcji w szereg potęgowy; rozwinięcia funkcji wykładniczej i funkcji trygonometrycznych, szereg dwumienny.
5. Przykłady funkcji mającej pochodne dowolnego rzędu, która nie jest analityczna.
6. Twierdzenia Abela o zachowaniu się sumy szeregu potęgowego na końcach przedziału zbieżności.
7. Analityczna definicja funkcji trygonometrycznych. Związek pomiędzy funkcją wykładniczą i funkcjami trygonometrycznymi, wzory Eulera.
1. Definicja szeregu Fouriera. Wzory Eulera-Fouriera.
2. Lemat Riemanna-Lebesgue'a.
3. Całki Dirichleta i zasada lokalizacji.
4. Zbieżności jednostajna i punktowa szeregu Fouriera.
5. Zamkniętości układu trygonometrycznego; nierówność Bessela i identyczność Parsevala.
1. Definicja i przykładów przestrzeni metrycznych.
2. Zbiory otwarte i domknięte, domknięcie, wnętrze i brzeg zbioru.
3. Zbieżności ciągów w przestrzeniach metrycznych: zbieżność w przestrzeniach euklidesowych skończenie wymiarowych, przestrzenie zupełne,
4. Twierdzenie Banacha o kontrakcji.
5. Zbiory zwarte i spójne oraz ich własności.
6. Definicji granicy funkcji i ciągłości funkcji określonych na przestrzeniach metrycznych. Ciągłość funkcji złożonej i funkcji odwrotnej.
7. Własności funkcji ciągłych na zbiorach zwartych i na zbiorach spójnych.
8. Łukowa spójności i jej związek ze spójnością. Łukowa spójność obszarów w przestrzeni euklidesowej skończenie wymiarowej.
1. Definicja całki Riemanna-Stieltjesa.
2. Całkowanie funkcji ciągłej względem funkcji monotonicznej.
3. Metody obliczania całek Riemanna-Stieltjesa.

Nazwa zajęć: Wstęp do algebry i teorii liczb
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna definicję działania w zbiorze i ich własności. Zna definicję podstawowych struktur algebraicznych takich jak grupa, pierścień, ciało, ich przykłady oraz pojęcie izomorfizmu między tymi strukturami.
2. Zna i rozumie podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące grupy permutacji. Zna pojęcie znaku permutacji.
3. Zna konstrukcję ciała liczb zespolonych.
4. Zna pojęcie liczby pierwsze, liczby złożonej oraz podzielności w pierścieniu liczb całkowitych. Zna podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące arytmetyki liczb całkowitych, w szczególności zasadnicze twierdzenie arytmetyki.
5. Zna definicję oraz podstawowe własności arytmetyczne relacji kongruencji.
6. Zna pojęcie wielomianu o współczynnikach liczbowych. Zna twierdzenie Bezouta, pojęcie krotności pierwiastka oraz zasadnicze twierdzenie algebry.
w zakresie umiejętności:

1. Potrafi wskazać przykłady działań w różnych zbiorach oraz sprawdzić jego podstawowe własności. Potrafi również rozpoznać dwie proste struktury izomorficzne oraz uzasadnić, czy dany zbiór z działania jest grupą, pierścieniem lub ciałem.
2. Rozumie pojęcie permutacji, potrafi składać i odwracać permutacje, rozkładać na cykle i transpozycje oraz ustalić parzystość permutacji. Umie rozwiązać równania w grupie permutacji pamiętając, że składanie przekształceń nie jest przemienne.
3. Potrafi przedstawić liczbę zespoloną w postaci algebraicznej i trygonometrycznej oraz rozumie interpretację geometryczną liczby zespolonej. Umie wykonywać podstawowe operacje na liczbach zespolonych, potęgować liczby zespolone w postaci trygonometrycznej, a także obliczać jej pierwiastki stopnia naturalnego.
4. Potrafi wyznaczyć NWD i NWW dowolnego skończonego układu liczb całkowitych przy pomocy algorytmu Euklidesa. Umie wyznaczyć wszystkie rozwiązania całkowite równań postaci: ax+by=c oraz znaleźć element odwrotny w arytmetyce modularnej korzystając z algorytmu Euklidesa.
5. Rozumie i potrafi zastosować twierdzenie o rozwiązalności kongruencji liniowej, chińskie twierdzenie o resztach, małe twierdzenie Fermata oraz twierdzenie Eulera. Potrafi zastosować kongruencje do wyznaczania cech podzielności przez dowolną liczbę naturalną.
6. Potrafi dodawać i mnożyć wielomiany. Rozumie znaczenie pierwiastka wielomianu i umie stosować schemat Hornera. Umie wykonać dzielenie z resztą wielomianu przez wielomian.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania bardzie złożonych pojęć z algebry i teorii liczba na poziomie studiów I stopnia.

Treści programowe dla zajęć:

Definicja działania w zbiorze, własności działań, przykłady działań w różnych zbiorach, w tym działanie modulo n. Podstawowe struktury algebraiczne: grupa, pierścień i ciało. Pojęcie izomorfizmu struktur algebraicznych.

Podstawowe definicje i twierdzenia dotyczące grupy permutacji. Pojęcie permutacji, składanie i odwracanie permutacje, rozkład na cykle i transpozycje oraz parzystość permutacji. Pojęcie znaku permutacji.

Ciało liczb zespolonych, działania na liczbach zespolonych, postać algebraiczna i trygonometryczna. Wzór de Moivre`a oraz pierwiastkowanie liczb zespolonych.

Pojęcie i podstawowe własności podzielności liczb całkowitych. Wyznaczanie NWD i NWW dowolnego skończonego układu liczb całkowitych przy pomocy algorytmu Euklidesa. Warunek rozwiązywalności równania postaci ax+by=c.

Pojęcie liczby pierwszej i złożonej. Sito Eratostenesa. Zasadnicze twierdzenie arytmetyki o rozkładzie liczb na iloczyn liczb pierwszych oraz jego zastosowanie do wyznaczania NWD i NWW.

Pojęcie kongruencji oraz jej podstawowe własności. Twierdzenie o rozwiązywalności kongruencji liniowych oraz chińskie twierdzenie o resztach.

Małe twierdzenie Fermata. Definicja i multiplikatywność funkcji Eulera. Wykorzystanie rozkładu liczby złożonej na iloczyn potęg liczb pierwszych do obliczenia wartości funkcji Eulera. Twierdzenie Eulera. Wyprowadzanie cech podzielności.

Pojęcie wielomianu, pierścienia wielomianów Pierwiastek. wielomianu, twierdzenie Bezouta oraz schemat Hornera. Dzielenie wielomianu przez wielomian. Krotności pierwiastka oraz zasadnicze twierdzenie algebry.

Nazwa zajęć: Matematyka elementarna

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna matematyczne konwencje językowe i typowe sposoby dowodzenia prawdziwości lub nieprawdziwości zdań.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi poprzeć argumentacją matematyczną swoją ocenę prawdziwości (lub fałszywości) prostego zdania i prostych rozumowań.
2. potrafi zaprezentować swoje rozumowanie ustnie i pisemnie.

Treści programowe dla zajęć:

Prawda czy fałsz, czyli ocena prawdziwości zdań (wyrażonych w języku naturalnym): prostych, złożonych, z kwantyfikatorami. Przekształcanie negacji zdań (w języku naturalnym).

Zapis i rozpoznawanie twierdzeń w postaci implikacji, analiza ich budowy: założenie, teza, zapis za pomocą kilku zdań, formułowanie twierdzeń odwrotnych, uogólnień, założenia lub tezy silniejszej lub słabszej.

Matematyczne konwencje językowe przy formułowaniu twierdzeń: ukryte kwantyfikatory, ukryte implikacje, znaczenie liczby mnogiej lub pojedynczej w zwrotach typu ,,istnieje", ,,istnieją", itp.
Typowe metody dowodzenia twierdzeń, ćwiczone na materiale szkolnym, na przykład dotyczącym: ciągów, nierówności i tożsamości algebraicznych, trygonometrii, funkcji liniowych, kwadratowych, wykładniczych, wielomianów wyższych rzędów, geometrii, podzielności liczb. Dowody: wprost, przez transpozycję, przez zaprzeczenie (nie wprost), przekształcanie równoważnościowe, techniki mieszane. Trening właściwego używania w dowodach zwrotów ,,ustalmy dowolny", ,,załóżmy nie wprost, że", ,,bez straty ogólności", ,,analogicznie", itp.
Indukcja głębokości 1 i większej, ćwiczenie tej metody dowodzenia na wybranych zagadnieniach szkolnych, na przykład spośród wymienionych w poprzednim punkcie.
Ocena poprawności rozumowań, typowe błędy logiczne. Trening w konstruowaniu przykładów i kontrprzykładów. Pułapki myślowe typu ,,rozważmy najgorszy przypadek", ,,i tak dalej". Co to znaczy ,,Wyznacz największe... ", ,,Wyznacz najmniejsze... " w zadaniach.
Trening w symbolicznym zapisie matematycznym: symbole duża sigma i duże pi, symbole sumy i przekroju dla rodziny zbiorów, zmiana opisu indeksów pod tymi symbolami. Ocena poprawności przekształceń algebraicznych.

Nazwa zajęć: Technologie informacyjne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna strukturę dokumentu html oraz podstawowe komendy tego języka.
2. zna przynajmniej jeden program służący do wykonywania obliczeń.
3. wie, czym jest środowisko LaTeX, zna przynajmniej jeden edytor tekstowy umożliwiający pracę w tym środowisku oraz podstawowe komendy LaTeX-a.
4. zna przynajmniej jeden program typu arkusz kalkulacyjny.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stworzyć prosty dokument html.
2. potrafi użyć przynajmniej jednego programu do wykonania obliczeń matematycznych.
3. umie stworzyć dokument LaTeXa o skomplikowanej strukturze, potrafi napisać tekst matematyczny, sformatować tabelę, dołączyć grafikę oraz wykonać rysunek z użyciem pakietu TikZ.
4. wie, w jaki sposób użyć wybranego arkusza kalkulacyjnego do wykonania obliczeń.
5. potrafi pracować w zespole nad realizacją projektu.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do samodzielnego poszukiwania rozwiązań i wyszukiwania rozstrzygnięć wybranych problemów w Internecie
2. jest gotów/gotowa do szanowania własności intelektualnej innych, w tym do świadomego korzystania z zasobów Internetu w zakresie poszanowania własności intelektualnej

Treści programowe dla zajęć:
Podstawy języka html
Wybrane programy wspierające obliczenia.
Język LaTeX, pakiety matematyczne, tabele i grafiki, pakiet TikZ.
Arkusz kalkulacyjny i obliczenia z jego wykorzystaniem.
Praca zespołowa nad projektem.

Nazwa zajęć: Język niemiecki 4
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólnoakademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.

Treści programowe dla zajęć:

Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Plusquamperfekt
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: Konjuktiv – mowa zależna, formy strony biernej, Nomen, rekcja przymiotnika, imiesłów I i imiesłów II jako przydawka, zdania modalne
Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: zawód i wykształcenie: nazwy zawodów, czynności i obowiązki typowe dla poszczególnych zawodów, atrybuty poszczególnych zawodów, wymarzony zawód, szczegółowy życiorys, kompetencje zawodowe, doświadczenie zawodowe, aplikacja, rozmowa o pracę świadomość ciała i sport – dbałość o wygląd i kondycję fizyczną, pojęcie piękna, sport, sporty ekstremalne media: rodzaje mediów, rola mediów, zalety i wady mediów społecznościowych pieniądze: znaczenie pieniędzy, wydatki, oszczędność, negocjowanie ceny, zwyczaje zakupowe, bank, usługi bankowe, usługi internetowe, zakupy przez Internet, bieda, bogactwo, inwestowanie pieniędzy
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Ochrona własności intelektualnej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna istotę prawnej ochrony dóbr własności intelektualnej, źródła prawa, cele i funkcje poszczególnych regulacji mieszczących się w zakresie tego obszaru prawa.
2. zna konstrukcję przedmiotu prawa autorskiego (utwór), podmiotu uprawnionego (twórca i in.) oraz praw autorskich.
3. zna konstrukcję poszczególnych praw własności przemysłowej (patent, prawo ochronne na wzór użytkowy, prawo z rejestracji wzoru przemysłowego, prawo ochronny na znak towarowy).
w zakresie umiejętności:
1. potrafi wyjaśnić na czym polega istota prawnej ochrony dóbr własności intelektualnej oraz wskazać źródła prawa, cele i funkcje poszczególnych regulacji mieszczących się w zakresie tego obszaru prawa.
2. potrafi objaśnić konstrukcję przedmiotu prawa autorskiego (utwór), podmiotu uprawnionego (twórca i in.) oraz praw autorskich.
3. potrafi objaśnić konstrukcję poszczególnych praw własności przemysłowej (patent, prawo ochronne na wzór użytkowy, prawo z rejestracji wzoru przemysłowego, prawo ochronny na znak towarowy).
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do szanowania i przestrzegania praw autorskich w pracy zawodowej.
Treści programowe dla zajęć:
Prawo autorskie; pojęcie utworu, twórcy i jego następcy prawnego. Osobiste i majątkowe prawa autorskie oraz ich ochrona, prawa pokrewne.

Prawo własności przemysłowej: patenty, wzory użytkowe, znaki towarowe, wzory przemysłowe. Warunki przyznania ochrony, czas trwania ochrony, procedura uzyskania ochrony. Zakres ochrony. Postępowania o unieważnienie i sprzeciwy.
Dobra osobiste: pojęcie, ochrona dóbr osobistych.
Egzekwowanie praw własności intelektualnej: sądy właściwe; zasady oceny naruszeń; warunki konieczne pozwu; postępowania w sprawach własności inteletkualnej.

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 3
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna strukturę liniową i metryczną przestrzeni euklidesowej oraz reprezentacje macierzową odwzorowania liniowego. Umie znajdować reprezentacje macierzową konkretnego odwzorowania.
2. Zna pojęcia pochodnej, pochodnej cząstkowej i kierunkowej oraz występujące pomiędzy nimi związki. Zna podstawowe własności pochodnych i funkcji różniczkowalnych. Rozumie co to są ekstrema funkcji i ekstrema warunkowe. Zna kryteria konieczne i dostateczne występowania ekstremów. Zna twierdzenia o funkcji uwikłanej i odwrotnej a także wzór Taylora.

3. Zna pojęcie wielokrotnej całki Riemanna i jej własności w tym twierdzenie Lebesgue'a i twierdzenie Fubiniego. Rozumie twierdzenie o zamianie zmiennych i jego znaczenie dla obliczania całek. Zna pojęcia miary Jordana. Potrafi przy pomocy całki obliczyć objętość i pole powierzchni.
4. Zna pojęcia całki krzywoliniowej i powierzchniowej oraz ich związek z różniczkowaniem w tym twierdzenia Greena, Stokesa i Gaussa-Ostrogradskiego.
5. Zna pojęcie całki zależnej od parametru (właściwej i niewłaściwej). Zna własności tych całek.

w zakresie umiejętności:

1. Umie zbadać ciągłość funkcji wielu zmiennych. Umie wyznaczyć granice ciągów w przestrzeni euklidesowej. Potrafi dokonywać operacji na macierzach.
2. Umie obliczać pochodne cząstkowe i kierunkowe funkcji. Umie sprawdzić, czy funkcja jest różniczkowalna w punkcie. Umie wyznaczać ekstrema funkcji i ekstrema warunkowe. Umie wyznaczyć płaszczyznę styczną do powierzchni gładkiej.
3. Umie obliczyć całkę Riemanna wybranych funkcji stosując definicję jak również twierdzenie Fubiniego. Umie zastosować twierdzenie o zamianie zmiennych do obliczania całek wielokrotnych.
4. Umie obliczać całki krzywoliniowe i powierzchniowe zorientowane i niezorientowane wybranych funkcji. Potrafi zastosować twierdzenia Greena, Gaussa-Ostrogradzkiego i Stokesa.
5. Potrafi sprawdzić zbieżność całek niewłaściwych. Potrafi badać własności funkcji zdefiniowanych przez całki zależne od parametru.

Treści programowe dla zajęć:

1. Struktura liniowa i metryczna przestrzeni euklidesowej.
2. Przekształcenia liniowe i jego reprezentacja macierzowa.
3. Ciągłość funkcji wielu zmiennych i odwzorowań.
1. Różniczkowalność i pochodna odwzorowań; twierdzenie o różniczkowaniu funkcji złożonej, twierdzenie o wartości średniej.
2. Pochodne cząstkowe, definicja i ich związek z pochodna odwzorowania; macierz Jacobiego.
3. Warunki konieczne i dostateczne różniczkowalności; reguła łańcuchowa.
4. Pochodna kierunkowa i gradient.
5. Pochodne cząstkowe wyższych rzędów, twierdzenie Schwarza, wzór Taylora, ekstrema.
6. Współrzędne krzywoliniowe, płaszczyzna styczna do wykresu funkcji, wektor normalny, wektor styczny.
7. Twierdzenie o funkcjach uwikłanych, twierdzenie o funkcji odwrotnej.
8. Ekstrema warunkowe, mnożniki Lagrange'a.
1. Całka po n-wymiarowym na przedziale; sumy dolna i górna, całki dolna i górna, kryterium całkowalności.
2. Zbiory miary Lebesgue'a zero i objętości zero. Oscylacja funkcji; oscylacja a ciągłość.
3. Twierdzenie Lebesgue'a o całkowalności funkcji ograniczonej.
4. Twierdzenie typu Fubiniego; całkowanie po zbiorach normalnych względem osi, sprowadzenie całki wielokrotnej do całki iterowanej.
5. Zbiory mierzalne w sensie Jordana; całka z funkcji ograniczonej po takim zbiorze.
6. Miara Jordana, zastosowania geometryczne całek wielokrotnych: objętość, pole powierzchni.
7. Dyfeomorfizmy, twierdzenie o zamianie zmiennych w całce wielokrotnej.
8. Wielokrotne całki niewłaściwe. Całka Poissona.
1. Całki krzywoliniowe zorientowane i niezorientowane. Twierdzenie Greena.
2. Nienależność całki krzywoliniowej od drogi. Całka różniczki zupełnej.
3. Całki powierzchniowe. Twierdzenia Stokesa i Gaussa-Ostrogradskiego.
1. Całki z parametrem po przedziale zwartym; ciągłość, różniczkowalność, reguła Leibniza, całkowalność.
2. Niewłaściwe całki z parametrem: zbieżność jednostajna, kryteria Cauchy'ego, Weierstrassa, własności całek.
3. Funkcje beta i gamma Eulera.

Nazwa zajęć: Rachunek prawdopodobieństwa

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe definicje i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i rozumie ich znaczenie.
2. zna podstawowe metody dowodowe stosowane w rachunku prawdopodobieństwa.
3. rozumie znaczenie teoretycznych podstaw rachunku prawdopodobieństwa dla zastosowań w statystyce i nie tylko.

w zakresie umiejętności:

1. umie podać podstawowe definicje i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa i rozumie ich znaczenie.
2. umie przeprowadzić dowody podstawowych twierdzeń rachunku prawdopodobieństwa
3. umie zinterpretować problem w języku rachunku prawdopodobieństwa
4. umie wykorzystać wiedzę teoretyczną z rachunku prawdopodobieństwa do rozwiązania zadań problemowych.

Treści programowe dla zajęć:

Prawdopodobieństwo klasyczne, kombinatoryka
Aksjomatyczna definicja prawdopodobieństwa, przestrzenie probabilistyczne dyskretnych i przestrzenie probabilistyczne z prawdopodobieństwem geometrycznym
Prawdopodobieństwo warunkowe, wzór łańcuchowy, wzór na prawdopodobieństwo całkowite, wzór Bayesa
Niezależność zdarzeń, próby Bernoulliego, ciągi niezależnych eksperymentów
Zmienne losowe, rozkłady zmiennych losowych, dystrybuanta, zmienne losowe dyskretne i ciągłe
Ważne rozkłady zmiennych losowych
Funkcje zmiennych losowych
Momenty zmiennych losowych, wartość oczekiwana, wariancja
Rozkłady łączne wektorów losowych, niezależność zmiennych losowych, sploty zmiennych losowych
Momenty rozkładów łącznych, kowariancja, odchylenie standardowe
Rozkłady warunkowe dla wektorów losowych dyskretnych i ciągłych, warunkowa wartość oczekiwana, martyngały
Nierówności probabilistyczne, nierówność Markowa, Czebyszewa-Bienaymé, Bernsteina
Typy zbieżności zmiennych losowych i zależności między nimi
Prawa Wielkich Liczb i Centralne Twierdzenie Graniczne
Funkcje tworzące prawdopodobieństwa, funkcje tworzące momenty i funkcje charakterystyczne z zastosowaniem do twierdzeń granicznych

Nazwa zajęć: Algebra liniowa 2

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie podstawowe, jak i bardziej zaawansowane pojęcia i twierdzenia algebry liniowej.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi rozwiązywać zadania związane z macierzami przekształceń liniowych; wyznaczać jądra i obrazy przekształceń liniowych oraz znajdować ich bazy i wymiary.
2. potrafi rozwiązywać problemy związane z przestrzeniami ilorazowymi, m. in. stosować I twierdzenie o izomorfizmie, wyznaczać warstwy itp.
3. potrafi rozwiązywać zagadnienie własne dla macierzy kwadratowych, jak również dla endomorfizmów liniowych; sprawdzać czy dana przestrzeń jest niezmiennicza względem endomorfizmu; sprowadzać macierze do postaci diagonalnej i wykorzystywać to przedstawienie macierzy; sprowadzać macierze do postaci normalnej Jordana i wykorzystywać to przedstawienie
4. potrafi rozwiązywać problemy związane z formami dwuliniowymi/hermitowskimi m.in. znajdować ich radykały, ich reprezentacje macierzowe itp.
5. potrafi rozwiązywać problemy wykorzystując iloczyn skalarny, m.in. wyznaczyć rzut prostopadły wektora na podprzestrzeń w przestrzeni unitarnej, stosować algorytm ortogonalizacji Grama-Schmidta, znajdować dopełnienie ortogonalne podprzestrzeni przestrzeni unitarnej itp.
6. potrafi rozwiązywać zadania związane z formami kwadratowymi, m. in. doprowadzić formę do postaci kanonicznej metodą Lagrange'a i Jacobiego, sprawdzić określoność formy o współczynnikach rzeczywistych, znaleźć macierz formy kwadratowej itp.
7. potrafi dowodzić i formułować podstawowe, jak i bardziej zaawansowane fakty i twierdzenia algebry liniowej oraz formułować podstawowe, jak i bardziej zaawansowane definicje algebry liniowej.

Treści programowe dla zajęć:

Macierz przekształcenia liniowego, jądro i obraz przekształcenia liniowego, własności jądra i obrazu. Przestrzenie przekształceń liniowych.
Przestrzeń ilorazowa I twierdzenie o izomorfizmie dla przestrzeni liniowych
Zagadnienie własne dla macierzy kwadratowych oraz endomorfizmów skończenie wymiarowych przestrzeni liniowych. Diagonalizacja macierzy
Forma dwuliniowa, forma hermitowska, radykał lewo- i prawostronny formy, macierz formy w bazie
Iloczyn skalarny, przestrzeń euklidesowa i unitarna, algorytm ortogonalizacji Grama-Schmidta
Forma kwadratowa, macierz formy. Sprowadzanie formy kwadratowej do postaci kanonicznej.

Formy kwadratowe o współczynnikach rzeczywistych i ich określoność, diagonalizacja macierzy symetrycznych o współczynnikach rzeczywistych.
Postać Jordana macierzy.

Nazwa zajęć: Język niemiecki 1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie umiejętności:
1. potrafi porozumiewać się w rutynowych, prostych sytuacjach komunikacyjnych, wymagających jedynie bezpośredniej wymiany zdań na tematy znane i typowe. Potrafi w prosty sposób opisywać swoje pochodzenie i otoczenie, w którym żyje, a także poruszać sprawy związane z najważniejszymi potrzebami życia codziennego.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem krótkie niemieckojęzyczne artykuły o charakterze ogólnym
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub video w języku niemieckim na tematy związane z matematyką
4. potrafi wyszukiwać, przetwarzać i porównywać informacje z różnych źródeł oraz wykorzystywać je we własnych wypowiedziach ustnych i pisemnych w języku niemieckim
Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych oraz czasowników modalnych
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: zaimek dzierżawczy w mianowniku, bierniku oraz celowniku, odmiana czasowników nieregularnych, okoliczniki czasu, stopniowanie przysłówków, zdania porównawcze
Słownictwo dotyczące życia codziennego oraz związane z bezpośrednim środowiskiem studenta (jedzenie, osobowość, podróże, zainteresowania, edukacja, zakupy, pieniądze, technologia, rodzina, studia, praca, technologia, podstawowe słownictwo związane z kierunkiem studiów).
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Wyrażanie różnorodnych funkcji językowych np. prośby, opisy, wyrażanie opinii, wyrażanie zgody, brak zgody, pytania o pozwolenie, skargi, itp.

Nazwa zajęć: Algorytmy i programowanie
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe sposoby konstruowania algorytmów oraz jego zapisywania
2. zna pojęcie rekurencji oraz główne wady i zalety algorytmów rekurencyjnych
3. zna proste i bardziej złożone struktury danych, w tym struktury dynamiczne
4. zna podstawowe zagadnienia dotyczące złożoności obliczeniowej i notacji asymptotycznej
5. zna podstawowe techniki i strategie projektowania algorytmów
6. zna główne pakiety i biblioteki wybranego języka programowania wykorzystywane w matematyce
w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować podstawowe konstrukcje algorytmiczne oraz zapisywać je w wybranym języku programowania
2. umie rozwiązać podstawowe problemy algorytmiczne za pomocą rekurencji
3. potrafi zaimplementować w wybranym języku programowania algorytmy rozwiązujące proste problemy algorytmiczne
4. potrafi zastosować poznane struktury danych do konkretnych problemów algorytmicznych
5. umie zaimplementować poznane struktury danych w wybranym języku programowania
6. stosuje wiedzę matematyczną do formułowania i rozwiązywania prostych zadań algorytmicznych
7. potrafi stosować poznane techniki algorytmiczne do rozwiązywania i badania problemów matematycznych
w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania bardzie złożonych technik algorytmicznych i programistycznych
Treści programowe dla zajęć:
Pojęcie algorytmu i problemów algorytmicznych, podstawowe sposoby konstruowania algorytmów oraz zapisywanie algorytmów za pomocą schematów blokowych. Podstawowe cechy kompilowanych i interpretowanych języków programowania.
Podstawowe typy zmiennych oraz operatory działające na tych typach.

Pojęcie instrukcji warunkowych oraz pętli.
Typy zmiennych przechowujących kolekcję danych w języku Python, w szczególności: listy, słowniki, krotki i zbiory. Podstawowe metody i operacje na tego typu obiektach.
Algorytmy iteracyjne oraz analiza złożoności czasowej tego typu algorytmów.
Algorytmy rekurencyjne oraz analiza złożoności czasowej tego typu algorytmów.
Algorytmy sortowania jako przykład zastosowania różnych technik programistycznych
Algorytmy zachłanne oraz drzewiaste struktury danych wraz z zastosowaniami
Obsługa plików oraz metody przetwarzania tekstu
Podstawowe zagadnienia dotyczące programowania zorientowanego obiektowo
Pakiety w języku Python wykorzystywane w pracy matematyka, w tym: Numpy, SciPy, mathplotlib.

Nazwa zajęć: Język niemiecki 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób w zakresie problematyki związanej ze swoim otoczeniem jak i w zakresie tematyki ogólno-akademickiej
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje
3. potrafi zrozumieć dostosowany do poziomu oryginalny materiał audio lub wideo na poziomie ogólnym oraz wychwycić niezbędne szczegóły

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych, czas przyszły Futur 1
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: partykuły modalne, rekcja czasownika, czasowniki ruchu, werden +bezokolicznik, zdania względne, słowotwórstwo, przyimki czasowe
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii o tematyce ogólnoakademickiej

Nazwa zajęć: Język niemiecki 3
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólnoakademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku niemieckim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: czas Perfekt oraz Imperfekt dla czasowników mocnych i słabych oraz czasowników modalnych
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: strona bierna, strona bierna z czasownikami modalnymi, Konjunktiv II, konektory, zdania okolicznikowe celu, zdania przydawkowe
Słownictwo dotyczące życia codziennego jak i ogólnoakademickie w zakresie następujących tematów: relacje – relacje międzyludzkie, przyjaźń, cechy charakteru, charakterystyka dobrego przyjaciela, miłość, uczucia, etapy związku, trudności w związku, konflikty rodzinne, zdrowie – dbałość o zdrowie, zdrowe odżywianie, problemy i porady zdrowotne, nazwy chorób, czynności wykonywane przez lekarza i pacjenta, wizyta u lekarza szkoła, uniwersytet – wybór studiów i szkoły wyższej, wymarzone studia,

obowiązki studenta, życie studenckie, ścieżki kariery, finansowanie nauki reklama - znaczenie reklamy, sztuczki stosowane w reklamie, wybory konsumenckie, podatność na reklamę, sukces w biznesie
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści tematu 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Język angielski 2
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób w zakresie problematyki związanej ze swoim otoczeniem jak i w zakresie tematyki ogólno-akademickiej;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje;
3. potrafi zrozumieć dostosowany do poziomu oryginalny materiał audio lub wideo na poziomie ogólnym, wychwytując niezbędne szczegóły.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne: Present Simple, Present Continuous, Narrative Tenses, Present Perfect, Present Perfect Continuous, Future Perfect, Future Continuous.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: mowa zależna, pytania w mowie zależnej, formy przymiotnikowe i przysłówkowe.
Słownictwo dotyczące życia codziennego i ogólno-akademickiego w zakresie następujących tematów: praca, rozmowa kwalifikacyjna o pracę, służba zdrowia, podróżowanie, moda oraz dress code, środowisko naturalne oraz zmiany klimatyczne.
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych treści językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Język angielski 4
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak ja na tematy ogólno-akademickie;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje;
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły;
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat;
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego;
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym;
7. potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.

Treści programowe dla zajęć:
Przegląd i utrwalenie umiejętności w zakresie posługiwania się formami i funkcjami czasów gramatycznych odpowiednich dla poziomu B2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: strona bierna, następstwo czasów, zdania celu, porównania, rzeczowniki policzalne i niepoliczalne, przedimki.
Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: system sprawiedliwości, przestępstwa internetowe, świat mediów i e-mediów, problematyka biznesu i ekonomii, reklamy, nowoczesne miasta, wystąpienia publiczne, problemy współczesnej nauki,

tematyka science-fiction oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów.
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularno-naukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.
Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych.

Nazwa zajęć: Język angielski 1
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi porozumiewać się w rutynowych, prostych sytuacjach komunikacyjnych, wymagających jedynie bezpośredniej wymiany zdań na tematy znane i typowe. Potrafi w prosty sposób opisywać swoje pochodzenie i otoczenie, w którym żyje, a także poruszać sprawy związane z najważniejszymi potrzebami życia codziennego;
2. potrafi czytać ze zrozumieniem krótsze teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym;
3. potrafi zrozumieć prosty oryginalny materiał audio lub wideo z życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.

Treści programowe dla zajęć:
Czasy gramatyczne: Present Simple, Present Continuous, Present Perfect, Present Perfect Continuous, Past Simple, Past Continuous, Past Perfect oraz czasy przyszłe odpowiednie dla poziomu A2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii (np. czasowniki modalne, przymiotniki, strona bierna, zdania warunkowe i mowa zależna) dla poziomu A2.
Słownictwo dotyczące życia codziennego oraz związane z bezpośrednim środowiskiem studenta (jedzenie, osobowość, podróże, zainteresowania, edukacja, zakupy, pieniądze, technologia, podstawowe słownictwo związane z kierunkiem studiów).
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi, domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi, domyślanie się znaczenia nieznanych słów.
Wyrażanie różnorodnych funkcji językowych np. prośby, opisy, wyrażanie opinii, wyrażanie zgody, brak zgody, pytania o pozwolenie, skargi itp.

Nazwa zajęć: Język angielski 3
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:
1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólno-akademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.
7. potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.

Treści programowe dla zajęć:
Przegląd i utrwalenie umiejętności w zakresie posługiwania się formami i funkcjami czasów gramatycznych odpowiednich dla poziomu B2.
Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: okresy warunkowe typ 1,2,3 oraz mieszane; struktury gramatyczne ‘wish,’get used to/used to, past modals, formy bezokolicznikowe i imiesłowowe.
Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: ekstremalne sytuacje, refleksja na temat planów życiowych, terapeutyczna funkcja muzyki, higiena snu,

komunikacja niewerbalna oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów.
Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularnonaukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.
Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.
Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych.

Nazwa zajęć: Kombinatoryka
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna i rozumie podstawowe prawa przeliczania.
2. Zna schematy wyborów.
3. Zna podstawowe twierdzenia i metody kombinatoryczne oraz rozumie dowody podstawowych twierdzeń kombinatorycznych.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi zastosować podstawowe prawa przeliczania.
2. Potrafi stosować schematy wyboru.
3. Umie przeprowadzić proste rozumowania kombinatoryczne.

Treści programowe dla zajęć:
Podstawowe prawa przeliczania: prawo mnożenia, prawo dodawania, zasada bijekcji.
Schematy wyborów: kombinacje i wariacje z i bez powtórzeń.
Ciągi binarne, współczynniki dwumianowe i tożsamości kombinatoryczne.
Równania rekurencyjne: układanie i rozwiązywanie za pomocą równań charakterystycznych i funkcji tworzących.
Zasada włączania i wyłączania.
Wybory z ograniczeniami.
Podziały zbiorów i liczb, liczby Stirlinga.
Przeliczanie grafów oznaczonych, twierdzenie Cayleya.
Zasada szufladkowa Dirichleta.

Nazwa zajęć: Logika
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna system aksjomatyczny rachunku zdań.
2. zna aksjomatyczny system rachunku predykatów.
3. zna pojęcie dowodu matematycznego i jego znaczenie w matematyce.
4. zna własności metamatematyczne wybranych teorii matematycznych.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi pracować w systemie aksjomatycznym rachunku zdań.
2. potrafi pracować w aksjomatycznym systemie rachunku predykatów.
3. potrafi konstruować dowody formalne.
4. potrafi rozpoznawać ważne własności metamatematyczne teorii matematycznych.

Treści programowe dla zajęć:
Rachunek zdań: sformalizowany język rachunku zdań, funkcje prawdziwościowe i wartościowania, tautologie, schematy wnioskowania, semantyczne twierdzenie o podstawianiu i odrywaniu, aksjomatyczne systemy rachunku zdań, pojęcie dowodu i konsekwencji oraz ich własności, postaci normalne, twierdzenia o pełności i niesprzeczności rachunku zdań.
Rachunek predykatów: język rachunku predykatów, aksjomaty rachunku predykatów i reguły dowodzenia, przykłady tez rachunku predykatów, pojęcie dowodu i konsekwencji oraz ich własności, twierdzenie o dedukcji, niesprzeczność rachunku predykatów, postaci prefiksowe.
Przykłady systemów dedukcyjnych, np. arytmetyka PA, teoria mnogości, teoria grup, algebry Boole'a.

Nazwa zajęć: Równania różniczkowe
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe pojęcia dotyczące równań różniczkowych (pojęcie równania różniczkowego, rodzaje równań różniczkowych, rodzaje rozwiązań, zagadnienie początkowe, interpretacja geometryczna)
2. zna podstawowe pojęcia dotyczące układów równań różniczkowych zwyczajnych (pojęcie układu normalnego równań różniczkowych zwyczajnych, rodzaje rozwiązań, zagadnienie Cauchy'ego, całka pierwsza, całka ogólna).
3. zna podstawowe problemy, którymi zajmuje się teoria równań różniczkowych zwyczajnych oraz potrafi sformułować podstawowe twierdzenia tej teorii.
4. zna podstawy ogólnej teorii układów liniowych równań różniczkowych ze szczególnym uwzględnieniem układów liniowych równań różniczkowych o stałych współczynnikach.
5. zna podstawy teorii równań różniczkowych wyższych rzędów ze szczególnym uwzględnieniem równań różniczkowych liniowych rzędu n.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi podać przykłady zagadnień fizycznych, które można opisać w języku równań różniczkowych zwyczajnych.
2. potrafi rozpoznać podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu (równanie o rozdzielających się zmiennych, równanie liniowe (jednorodne i niejednorodne), równanie różniczkowe zupełne) oraz zastosować odpowiednią metodę do ich rozwiązywania.
3. potrafi skonstruować układy fundamentalne rozwiązań układów jednorodnych oraz zna metody rozwiązywania układów niejednorodnych.
4. potrafi sprowadzić równania różniczkowe wyższych rzędów do odpowiednich układów równań różniczkowych oraz obniżać rząd takich równań.
5. potrafi rozwiązywać równania liniowe rzędu n o stałych współczynnikach (jednorodne i niejednorodne).

Treści programowe dla zajęć:

Pojęcie równania różniczkowego, dziedziny równania, zagadnienia Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań równań różniczkowych, geometryczna interpretacja równania różniczkowego.
Przykłady równań różniczkowych, opisujących konkretne zjawiska fizyczne (np. równanie oscylatora, równanie opisujące kształt wiszącego przewodu elektrycznego).
Podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu (równanie o rozdzielających się zmiennych, równanie liniowe pierwszego rzędu, równanie różniczkowe zupełne).
Pojęcie układu równań różniczkowych zwyczajnych, zagadnienie Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań układu równań różniczkowych, całka ogólna układu.
Podstawowe twierdzenia teorii równań różniczkowych zwyczajnych (twierdzenia typu Peana, twierdzenia typu Picarda, twierdzenia o zależności rozwiązań od warunków początkowych i parametru, twierdzenia o przedłużaniu rozwiązań oraz twierdzenia Knesera).
Układy liniowych równań różniczkowych (wyznacznik Wrońskiego, wzór Jacobiego-Liouvilla-Ostrogradskiego, układ fundamentalny rozwiązań, metoda Lagrange'a rozwiązywania układów niejednorodnych).
Układy liniowe równań różniczkowych o stałych współczynnikach (np. metoda Eulera rozwiazywania takich układów).
Równania różniczkowe wyższych rzędów (zagadnienie Cauchy'ego, rodzaje rozwiązań, sprowadzanie do układu równań różniczkowych zwyczajnych).
Równania różniczkowe liniowe rzędu n (wyznacznik Wrońskiego, wzór Jacobiego-Liouvilla-Ostrogradskiego, układ fundamentalny rozwiązań, obniżanie rzędu równania różniczkowego, metoda Lagrange'a rozwiązywania równań niejednorodnych)
Równania liniowe rzędu n o stałych współczynnikach (konstrukcja układu fundamentalnego rozwiązań, metoda przewidywań rozwiązywania pewnych typów równań niejednorodnych).

Nazwa zajęć: Statystyka matematyczna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:

1. Zna pojęcia podstawowe statystyki.
2. Zna pojęcie estymatora.
3. Zna pojęcie przedziału ufności.
4. Zna pojęcie testu statystycznego.
5. Zna testy t Studenta.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi opisać rozkład empiryczny przy pomocy szeregu rozdzielczego, histogramu oraz potrafi obliczyć i zinterpretować wartości statystyk opisowych.

2. Potrafi zbudować model statystyczny oraz wyznaczyć statystyki dostateczne i zupełne.
3. Potrafi sprawdzić jego nieobciążoność oraz w podstawowych modelach potrafi wyznaczać estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
4. Potrafi wyznaczać estymatory metodami momentów oraz największej wiarogodności.
5. Potrafi w podstawowych modelach wykonać konstrukcję przedziału ufności w oparciu o funkcje centralne.
6. Potrafi wyznaczyć test najmocniejszy z wykorzystaniem lematu Neymana-Pearsona.
7. Potrafi wyznaczyć test metodą ilorazu wiarogodności. Potrafi zastosować testy t Studenta.

Treści programowe dla zajęć:
Pojęcia podstawowe: populacja; cecha (zmienna); typy zmiennych; próba; rozkład empiryczny; opis rozkładu empirycznego – szeregi rozdzielcze; histogramy; statystyki opisowe.
Model statystyczny: przestrzeń próby i przestrzeń parametrów; model parametryczny i nieparametryczny; statystyka i jej rozkład; statystyki dostateczne; twierdzenie o faktoryzacji; statystyki zupełne.
Estymacja punktowa: definicja estymatora; estymatory nieobciążone; estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
Estymacja punktowa: wyznaczanie estymatorów metodami momentów oraz największej wiarogodności.
Przedziały ufności: definicja przedziału ufności; konstrukcja przedziałów ufności w oparciu o funkcje centralne.
Weryfikacja hipotez statystycznych: hipoteza zerowa i alternatywna; test statystyczny; obszar krytyczny; błędy pierwszego i drugiego rodzaju; testy najmocniejsze – lemat Neymana-Pearsona.
Weryfikacja hipotez statystycznych: wyznaczanie testów metodą ilorazu wiarogodności.

Nazwa zajęć: Funkcje analityczne
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe twierdzenia analizy zespolonej i stosowane w nich typowe rozumowania matematyczne, a w szczególności zna twierdzenie Cauchy'ego i jego konsekwencje.
2. zna i potrafi wskazać specyficzne własności funkcji i ciągów funkcji holomorficznych, które nie zachodzą dla funkcji różniczkowalnych w sensie rzeczywistym; rozumie podstawowe podobieństwa i różnice między analizą rzeczywistą i zespoloną

w zakresie umiejętności:
1. umie sprawdzić różne własności funkcji zespolonej, a w szczególności potrafi sprawdzać różniczkowalność w sensie rzeczywistym i zespolonym funkcji i wskazać na związki pomiędzy tymi własnościami
2. umie rozwijać funkcje w zespolone szeregi potęgowe i szeregi Laurenta, wyznaczać promienie i obszary zbieżności szeregów.
3. umie całkować funkcje zespolone zmiennej rzeczywistej oraz całkować funkcje zespolone zmiennej zespolonej wzdłuż krzywych.
4. potrafi badać różne typy zbieżności ciągów i szeregów funkcyjnych analitycznych.
5. umie wyznaczać zera i bieguny funkcja oraz ich krotności i rzędy; potrafi klasyfikować punkty osobliwe odosobnione funkcji holomorficznych; umie wyznaczać residua funkcji i stosować je do obliczania całek niewłaściwych

Treści programowe dla zajęć:
Granica, ciągłość, R-różniczkowalność funkcji jednej zmiennej zespolonej o wartościach zespolonych. Pochodna zespolona. Podstawowe reguły różniczkowania. Równania Cauchy'ego-Riemanna i związek między R- i C-różniczkowalnością. Funkcje holomorficzne.
Przykłady funkcji holomorficznych. Wielomiany, funkcje wymierne, szeregi potęgowe. Holomorficzność sumy szeregi potęgowego. Funkcje analityczne. Funkcje elementarne.
Całka Riemanna funkcji rzeczywistej o wartościach zespolonych. Podstawowe własności i reguły całkowania. Funkcje analityczne definiowane całkami zależnymi od parametru.
Całki krzywolinowe (całkowanie wzdłuż krzywych). Indeks punktu względem krzywej.
Twierdzenie Cauchy'ego dla trójkąta. Istnienie funkcji pierwotnych dla funkcji holomorficznych. Twierdzenie i wzór Cauchy'ego dla obszarów wypukłych. Analityczność funkcji holomorficznych.
Nierówność Cauchy'ego. Funkcje całkowite. Twierdzenie Liouville'a. Dowód zasadniczego twierdzenia algebry.
Zera funkcji holomorficznych. Twierdzenie o jednoznaczności. Zasada maksimum.
Ciągi i szeregi funkcji holomorficznych. Zbieżność niemal jednostajna. Holomorficzność granicy. Twierdzenie Morrery.

Szeregi Laurenta, ich obszary zbieżności i holomorficzność sumy szeregu. Funkcje holomorficzne w pierścieniu.
Klasyfikacja punktów osobliwych odosobnionych. Twierdzenia Riemanna i Cassarotiego-Weierstrassa.
Residuum funkcji. Zastosowania residuów do obliczania całek. Residuum pochodnej logarytmicznej.
Rodziny normalne. Twierdzenia Arzeli, Montela i Vitaliego.

Nazwa zajęć: Elementy statystyki matematycznej
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna konstrukcję modelu statystycznego oraz zna pojęcia statystyk dostatecznych i zupełnych.
2. Zna pojęcie estymatora.
3. Zna pojęcie przedziału ufności.
4. Zna pojęcie testu statystycznego.
5. Zna testy t Studenta.

w zakresie umiejętności:
1. Potrafi zbudować model statystyczny oraz wyznaczyć statystyki dostateczne i zupełne.
2. Potrafi sprawdzić nieobciążoność estymatora oraz w podstawowych modelach potrafi wyznaczać estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
3. Potrafi wyznaczać estymatory metodami momentów oraz największej wiarogodności.
4. Potrafi w podstawowych modelach wykonać konstrukcję przedziału ufności w oparciu o funkcje centralne.
5. Potrafi wyznaczyć test najmocniejszy z wykorzystaniem lematu Neymana-Pearsona.
6. Potrafi wyznaczyć test metodą ilorazu wiarogodności.

Treści programowe dla zajęć:
Model statystyczny: przestrzeń próby i przestrzeń parametrów; model parametryczny i nieparametryczny; statystyka i jej rozkład; statystyki dostateczne; twierdzenie o faktoryzacji; statystyki zupełne.
Estymacja punktowa: definicja estymatora; estymatory nieobciążone; estymatory nieobciążone o minimalnej wariancji.
Estymacja punktowa: wyznaczanie estymatorów metodami momentów oraz największej wiarogodności.
Przedziały ufności: definicja przedziału ufności; konstrukcja przedziałów ufności w oparciu o funkcje centralne.
Weryfikacja hipotez statystycznych: hipoteza zerowa i alternatywna; test statystyczny; obszar krytyczny; błędy pierwszego i drugiego rodzaju; testy najmocniejsze – lemat Neymana-Pearsona.
Weryfikacja hipotez statystycznych: wyznaczanie testów metodą ilorazu wiarogodności.

Nazwa zajęć: Matematyka dyskretna
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie podstawowe zasady i prawa przeliczania.
2. zna i rozumie zasadę szufladkową.
3. zna i rozumie notację asymptotyczną.
4. zna i rozumie podstawowe pojęcia i fakty potrzebne do stosowania aparatu funkcji tworzących.
5. zna i rozumie podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii grafów.
6. zna przykłady klasycznych zastosowań teorii grafów. Rozumie znaczenie praktyczne teorii grafów - zna podstawowe idee algorytmów związanych z tymi zagadnieniami.

w zakresie umiejętności:
1. potrafi stosować podstawowe zasady i prawa przeliczania. Umie wykorzystywać zasadę szufladkową. Umie przeprowadzić dowody prostych tożsamości kombinatorycznych.
2. potrafi zidentyfikować wybrane zależności rekurencyjne oraz rozwiązywać je różnymi metodami. W szczególności umie posługiwać się aparatem funkcji tworzących.
3. potrafi posługiwać się notacją asymptotyczną.
4. potrafi się posługiwać podstawowymi pojęciami teorii grafów. Umie podać przykłady, w których stosuje się poznane zagadnienia i twierdzenia teorii grafów w praktyce. W szczególności potrafi posługiwać się klasycznymi algorytmami teorii grafów.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do precyzyjnego przedstawiania problemów praktycznych w języku matematyki dyskretnej (w szczególności teorii grafów) i do wyjaśniania jej znaczenia w zastosowaniach.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe zasady i prawa przeliczania - zasada bijekcji, prawa dodawania i mnożenia. Schematy wyboru. Zasada szufladkowa.
Zasada włączania i wyłączania. Tożsamości kombinatoryczne. Współczynniki wielomianowe.
Zależności rekurencyjne. Układanie i rozwiązywanie prostych i liniowych równań rekurencyjnych.
Złożone zależności rekurencyjne. Rozwiązywanie równań rekurencyjnych przy pomocy aparatu funkcji tworzących. Liczby Fibonacciego, Catalana, Bella, Stirlinga.
Notacja asymptotyczna Landaua. Symbole asymptotyczne ,,duże O", ,,małe o", ,,duża omega", ,,mała omega", ,,theta", ,,asymptotycznie równe". Oszacowania asymptotyczne. Twierdzenie o rekurencji uniwersalnej.
Podstawowe pojęcia teorii grafów.
Klasyczne problemy i algorytmy grafowe – problemy: najkrótszych ścieżek, optymalnego drzewa rozpiętego, chińskiego listonosza, wędrującego komiwojażera, przydziału zadań, kolorowania grafów i map
Przykłady losowych struktur dyskretnych – modele grafów losowych, sieci złożonych i ich zastosowania.

Nazwa zajęć: Przetwarzanie i wizualizacja danych
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna podstawowe kroki przygotowania danych do dalszych analiz.
2. Zna podstawowe metody statycznej wizualizacji danych
3. Zna podstawowe metody interaktywnej wizualizacji danych

w zakresie umiejętności:
1. Zna podstawowe biblioteki w języku R do wstępnego przygotowania danych do analizy
2. Zna podstawowe biblioteki w języku R do wizualizacji danych
3. Zna podstawowe narzędzia w języku R do tworzenia raportów.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Potrafi pracować w grupie nad praktycznymi problemami wykorzystującymi metody przygotowania i wizualizacji danych.

Treści programowe dla zajęć:
Podstawy języka R
Podstawy grafiki w R
Biblioteki: tibble, tidyr, dplyr
Biblioteka ggplot2, mapy
Biblioteki: lubridate, stringr, purrr
Biblioteki: plotly, highcharter, morrisjs
Biblioteka shiny

Nazwa zajęć: Teoria miary i całki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. Zna podstawowe typy rodzin zbiorów (np. pierścienie i sigma-algebry) i ich własności.
2. Zna pojęcie sigma-algebry zbiorów borelowskich. Zna i umie dowodzić własności odwzorowań mierzalnych o wartościach w przestrzeniach topologicznych.
3. Zna podstawowe pojęcia dotyczące funkcji zbioru. Umie dowodzić podstawowe własności miar i potrafi je stosować w rozwiązywaniu standardowych problemów z teorii miary. Zna różne przykłady i metody konstrukcji miar.
4. Zna definicję miary zewnętrznej, twierdzenie Caratheodory'ego, standardową konstrukcję miar zewnętrznych oraz twierdzenie o rozszerzaniu miar.
5. Zna konstrukcję miary (zewnętrznej) Lebesgue'a oraz jej podstawowe własności.
6. Zna pojęcie mierzalności między przestrzeniami mierzalnymi i umie dowodzić podstawowe własności funkcji mierzalnych. Zna podstawowe twierdzenia o ciągach funkcji mierzalnych i potrafi umiejętnie z nich korzystać w rozwiązywaniu problemów.
7. Rozumie kolejne etapy konstruowania całki względem miary i zna własności całki oraz podstawowe twierdzenia graniczne.
8. Zna definicję przestrzeni funkcji całkowalnych z p-tą potęgą. Potrafi wykazać normowalność i zupełność tych przestrzeni.
9. Zna twierdzenie Radona-Nikodyma i wnioski wynikające z tego twierdzenia.
10. Zna konstrukcję miary produktowej i potrafi stosować twierdzenie Fubiniego.

w zakresie umiejętności:

1. Posiada umiejętności przeprowadzania rozumowań matematycznych; dowodzenia twierdzeń, jak i weryfikację hipotez drogą doboru odpowiednich przykładów
2. Zna i rozumie rolę, znaczenie i zasady poprawnego prowadzenia rozumowań matematycznych oraz zna różne techniki dowodzenia. Posiada umiejętności przeprowadzania rozumowań matematycznych; dowodzenia twierdzeń, jak i weryfikację hipotez drogą doboru odpowiednich przykładów.
3. Potrafi podać liczne przykłady miar zewnętrznych i opisać rodzinę zbiorów mierzalnych w sensie Caratheodory'ego generowanych przez te miary.
4. Potrafi stosować miarę i całkę Lebesgue'a w zagadnieniach teoretycznych i praktycznych w szczególności w analizie i probabilistyce.
5. Potrafi zweryfikować własności funkcji, wyznaczyć jej charakterystyki, ustalić rodzaj zbieżności ciągów funkcyjnych oraz właściwie klasyfikować rodziny funkcji pod kątem ich zastosowań.

w zakresie kompetencji społecznych:
1. Jest gotów/gotowa do samodzielnego studiowania zaawansowanych pojęć z teorii miary i całki.

Treści programowe dla zajęć:
Zamkniętość rodzin zbiorów na różne operacje mnogościowe. Podstawowe typy rodzin zbiorów (pierścienie, sigma-algebry) i ich własności.
Przestrzenie mierzalne. Sigma-algebry generowane przez rodziny zbiorów. Charakteryzacje pewnych typów sigma-algebr. Odwzorowania mierzalne.
Zbiory borelowskie i mierzalność odwzorowań o wartościach w przestrzeniach topologicznych. Przykłady odwzorowań mierzalnych.
Ciągi odwzorowań funkcji mierzalnych. Funkcje mierzalne jako punktowe granice ciągów funkcji prostych. Klasyczne operacje na ciągach funkcji mierzalnych i ich własności.
Funkcje zbioru. Miary skończenie i przeliczalnie addytywne i ich własności.
Miary zewnętrzne, twierdzenie Caratheodory'ego, standardowa konstrukcja miar zewnętrznych, twierdzenie o rozszerzaniu miar.
Konstrukcja miary Lebesgue'a i jej podstawowe własności. Istnienie zbiorów niemierzalnych w sensie Lebesgue'a.
Całka Lebesgue'a funkcji mierzalnej, względem miary i jej własności. Twierdzenia Lebesgue'a o zbieżności monotonicznej i zbieżności zmajoryzowanej i ich zastosowania.
Normowalność i zupełność przestrzeni funkcji mierzalnych całkowalnych z p-tą potęgą.
Twierdzenia Radona-Nikodyma i wnioski wynikające z tego twierdzenia.
Produkty miar. Twierdzenia Tonelliego i Fubiniego.

Nazwa zajęć: Edukacja informacyjna i źródłowa
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna i rozumie wspólne cechy i różnice systemu biblioteczno-informacyjnego uczelni (Biblioteka Uniwersytecka w Poznaniu, biblioteki wydziałowe)
2. zna zasady korzystania z czytelni i wypożyczalni, z zasobów elektronicznych dostępnych zdalnie dla studentów oraz otwartych projektów cyfrowych UAM
3. zna i rozumie typy źródeł informacji w bibliotekach
4. zna wszystkie usługi bibliotek UAM

w zakresie umiejętności:
1. potrafi korzystać z konta bibliotecznego, wykorzystując pełne jego możliwości
2. potrafi wyszukiwać i gromadzić materiał do realizacji zajęć, niezbędnych do optymalnego realizowania toku studiów
3. potrafi korzystać ze źródeł informacji tradycyjnej i elektronicznej, w tym z zasobów naukowych dostępnych w otwartych projektach cyfrowych oraz z zasobów dostępnych zdalnie w subskrypcji UAM
4. potrafi poprawnie sporządzić bibliografię dla tworzonej pracy licencjackiej przy pomocy programów bibliograficznych
5. potrafi korzystać z usług oferowanych przez biblioteki (np. zamawia lub pobiera kopie do własnego użytku) z poszanowaniem praw autorskich

w zakresie kompetencji społecznych:
1. jest gotów/gotowa do autonomicznego wyszukiwania informacji i literatury, gromadzenia materiałów, niezbędnych do optymalnego realizowania toku studiów
2. jest gotów/gotowa do krytycznej oceny źródeł informacji
3. jest gotów/gotowa do sporządzenia bibliografii w pracy licencjackiej
4. jest gotów/gotowa do zapobiegania zjawisku plagiatu

Treści programowe dla zajęć:

W module 1."System biblioteczno-informacyjny UAM" są poruszane tematy takie jak: - charakterystyka cech wspólnych i różniących Bibliotekę Uniwersytecką w Poznaniu i biblioteki wydziałów, - podstawowe zasady korzystania ze wspólnego dla całego Uniwersytetu systemu biblioteczno- informacyjnego, - zasady i regulamin korzystania ze zbiorów bibliotecznych, - konto czytelnika oraz korzyści wynikające z oferowanych możliwości: zdalny zapis, charakterystyka konta, podstawowe zasady zamówienia, prolongaty, rezerwacji, dostęp zdalny do licencjonowanych zasobów naukowych UAM.
W module 2. "Wyszukiwanie i zamawianie książek, czasopism. Charakterystyka katalogów bibliotecznych" są omawiane tematy takie jak: -wyszukiwarka zasobów naukowych UAM, - katalog biblioteczny online UAM, - najważniejsze katalogi online w Polsce, np.: Biblioteki Narodowej, Katalog KaRo (Katalog Rozproszony Bibliotek Polskich)
W module 3. "Warsztat naukowy studenta" są omawiane: - praktyczne wskazówki dotyczące strategii poszukiwania literatury: - wyszukiwanie tematyczne, proste, logiczne, - zaawansowane w katalogu online, - wyszukiwanie w wyszukiwarce zasobów naukowych UAM z użyciem operatorów boolowskich, - wyszukiwanie literatury do zajęć i prac dyplomowych w zdalnych zasobach naukowych UAM (otwartych i licencjonowanych, dziedzinowych bazach danych, e-czasopismach, e-książkach, bibliotekach wirtualnych, repozytoriach)
W module 4. "Warsztat naukowy studenta" są omawiane: - tradycyjne źródła informacji: bibliografie, encyklopedie, słowniki, opracowania, -bibliografie: rodzaje, zasady tworzenia przypisów, bibliografie załącznikowe, -zautomatyzowane programy do tworzenia bibliografii
W module 5. "Warsztat naukowy studenta" jest omawiane zjawisko plagiatu: definicja i konsekwencje, przykłady plagiatów i ich zapobieganie

Nazwa zajęć: Wstęp do matematyki
Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka
w zakresie wiedzy:
1. zna podstawowe pojęcia i metody logiki matematycznej oraz teorii mnogości zawarte w podstawach innych dyscyplin matematyki i przez nie wykorzystywanych.
w zakresie umiejętności:
1. potrafi ocenić poprawność rozumowań, formułować twierdzenia i definicje, operować zbiorami, relacjami i funkcjami.
Treści programowe dla zajęć:
Wybrane tautologie rachunku zdań. Kwantyfikatory.
Teoria mnogości: podstawowe definicje i fakty, działania na zbiorach.
Relacje: relacje binarne i ich własności, relacja równoważności.
Funkcje: podstawowe definicje, operacje na funkcjach, obrazy i przeciwobrazy.
Relacje porządku: częściowy porządek, elementy wyróżnione, dobry porządek.
Teoria mocy.