

## PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. *Nazwa kierunku: matematyka, specjalność: analiza danych i modelowanie*
2. *Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia*
3. *Profil kształcenia: ogólnoakademicki*

### TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

#### **MK\_1: Ochrona własności intelektualnej**

Podstawowe pojęcia i problemy. Ochrona tajemnicy. Ochrona twórczości. Ochrona wynalazków. Ochrona autorskoprawna prac studentów. Prawo autorskie w technologiach cyfrowych. Zarządzanie własnością intelektualną w uczelni i przedsiębiorstwie. Pojęcie transferu technologii.

#### **MK\_2: Wychowanie fizyczne**

Zasady BHP na zajęciach wychowania fizycznego, regulamin korzystania z obiektu sportowego. Nauka podstawowych elementów technicznych i taktycznych. Wykształcenie wśród studentów potrzeby dbałości o kondycję fizyczną oraz wsparcie rozwoju kompetencji społecznych dotyczących współpracy grupowej.

#### **MK\_3: Lektorat języka obcego**

Wybrane zagadnienia z języka obcego ogólnego, które umożliwią studentom swobodne funkcjonowanie w rzeczywistości obcojęzycznej oraz zagadnienia z języka obcego matematycznego takie jak np. podstawowe działania matematyczne, podstawowe pojęcia z algebry, geometrii płaskiej i przestrzennej, trygonometrii. Podstawowe zagadnienia biznesowe takie jak finanse osobiste i finanse firmy, rodzaje banków, elementy księgowości, giełdy i papiery wartościowe.

#### **MK\_4: Matematyka po angielsku**

Pojęcia matematyczne w języku angielskim z następujących działów matematyki: analiza matematyczna, algebra liniowa, geometria, logika matematyczna, kombinatoryka, teoria liczb, topologia, m.in. na podstawie lektury prac i artykułów w języku angielskim.

#### **MK\_5: Analiza zespolona**

Własności algebraiczne ciała liczb zespolonych i ich geometryczna interpretacja. Topologia płaszczyzny zespolonej. Podstawowe funkcje zespolone i ich własności. Ciągłość i różniczkowalność funkcji zespolonych - warunki Cauchy - Riemanna. Funkcje holomorficzne. Zespolone szeregi potęgowe. Obliczanie całki funkcji zespolonej wzdłuż drogi. Funkcja pierwotna. Twierdzenia całkowe Cauchy'ego. Homotopia. Rozwijanie funkcji w szereg Laurenta, punkty osobliwe izolowane, residua, metoda residuum - obliczania całki funkcji zespolonych po krzywych zamkniętych oraz całki niewłaściwej funkcji zmiennej rzeczywistej.

#### **MK\_6: Statystyka matematyczna**

Przestrzeń statystyczna. statystyki i ich typy. Matematyczne podstawy teorii estymacji i testowania hipotez. Elementy teorii decyzji statystycznych. Informacja statystyczna. Analiza statystyczna z wykorzystaniem programów statystycznych np. R/SPSS.

**MK\_7: Analiza funkcjonalna**

Przestrzenie unormowane. Przestrzenie Hilberta. Układy ortonormalne zupełne. Operatory i funkcjonały liniowe w przestrzeniach unormowanych.

**MK\_8: Metody numeryczne**

Interpolacja. Aproksymacja. Interpolacja i aproksymacja funkcjami sklejanymi. Aproksymacja trygonometryczna. Interpolacja funkcjami wymiernymi. Układy algebraicznych równań liniowych. Obliczanie wyznacznika i macierzy odwrotnej. Układy równań nieliniowych. Wyznaczanie wartości własnych i wektorów własnych macierzy. Całkowanie numeryczne. Różniczkowanie numeryczne. Numeryczne rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

**MK\_9: Teoria miary i całki**

Miara. Miara Lebesgue'a w rzeczywistej przestrzeni  $n$ -wymiarowej. Całka funkcji prostej. Całka funkcji mierzalnej. Twierdzenie Fubniego. Twierdzenie Radona-Nikodyma.

**MK\_10: Równania różniczkowe i różnicowe**

Normalny układ równań różniczkowych i różnicowych pierwszego rzędu. Twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania zagadnienia początkowego. Dowód istnienia i jednoznaczności rozwiązań zagadnienia początkowego dla normalnego układu równań różniczkowych. Równania wyższych rzędów. Elementy rachunku operatorowego. Zastosowanie rachunku operatorowego w rozwiązywaniu równań różniczkowych ich układów. Transformata  $Z$  i jej zastosowanie.

**MK\_11: Probabilistyka**

Zmienne losowe i rozkłady wielowymiarowe oraz ich parametry. Warunkowa wartość oczekiwana i jej własności. Funkcja charakterystyczna i jej własności. Słaba zbieżność rozkładów i jej odpowiedniki dla dystrybuant oraz zmiennych losowych. Centralne twierdzenie graniczne.

**MK\_12: Procesy stochastyczne**

Procesy stochastyczne i ich rodzaje. Filtracja i momenty stopu. Martynały i półmartynały z czasem dyskretnym i ciągłym. Proces Wienera i jego własności. Całka stochastyczna i jej własności. Elementy stochastycznych równań różniczkowych. Zastosowania procesów i całek stochastycznych.

**MK\_13: Seminarium I**

Treść zgodna z tematyką planowanych prac magisterskich, mająca na celu poszerzenie wiedzy z wybranego zakresu.

**MK\_14: Seminarium II/Case Study**

Analiza przypadku. Zakres omawianych tematów lub analizowanego przypadku jest adekwatny do tematów przygotowywanych prac magisterskich.

**MK\_15: Seminarium magisterskie I**

Treść zgodna z przygotowywanymi pracami magisterskimi w danym roku akademickim. Prezentacja własnych osiągnięć naukowych oraz problemów z listy wymaganych zagadnień egzaminacyjnych.

**MK\_16: Seminarium magisterskie II**

Treść zgodna z przygotowywanymi pracami magisterskimi w danym roku akademickim. Prezentacja własnych osiągnięć naukowych oraz problemów z listy wymaganych zagadnień egzaminacyjnych.

**MK\_17: Pracownia magisterska I**

Treści zgodne z tematyką realizowanych prac magisterskich w danym roku akademickim.

**MK\_18: Pracownia magisterska II**

Treści zgodne z tematyką realizowanych prac magisterskich w danym roku akademickim.

**MK\_19: Pakiety obliczeń specjalistycznych**

Obsługa i programowanie funkcji wybranych pakietów do obliczeń symbolicznych, numerycznych i statystycznych.

**MK\_20: Hurtownie i eksploracja danych**

Systemy OLTP, relacyjny model danych, relacyjne bazy danych, język SQL, normalizacja, własności ACID. Systemy OLAP, wielowymiarowy model danych, denormalizacja, agregacja i eksploracja danych.

**MK\_21: Analiza i wizualizacja danych**

Przygotowanie danych do analizy. Zarządzanie zbiorami danych. Operacje na zmiennych. Metody wizualizacji danych, graficzne metody prezentacji danych wielowymiarowych. Przykłady zastosowań w jednym z programów np. R/SPSS/Octave/Matlab do analizy danych ekonomicznych i marketingowych. W przypadku wykorzystania R generowanie raportów w HTML5 i LaTeX.

**MK\_22: Komputerowe metody analizy danych. Do wyboru 1 przedmiot(y) spośród jak niżej.**

MK\_22/1 - Modelowanie stochastyczne i metody Monte Carlo: Prawa wielkich liczb. Liczby losowe i pseudolosowe. Generatory liczb losowych o rozkładzie równomiernym, dowolnych rozkładach prawdopodobieństwa i rozkładach wielowymiarowych. Testowanie generatorów liczb losowych. Całkowanie metodą Monte Carlo. Symulacje metodą Monte Carlo. Algorytm Metropolis-Hastings. Symulacje procesów Markowa. Metody Monte Carlo w finansach, badaniach operacyjnych i ubezpieczeniach. Wady i zalety metod Monte Carlo.

MK\_22/2 - Metody klasyfikacji i grupowania: Rozpoznawanie wzorców, przestrzeń cech, zadanie klasyfikacji. Reprezentacja informacji, wektory cech. Metody selekcji cech oraz metody redukcji wymiaru wektora cech: drzewa decyzyjne, metody statystyczne, sieci Bayesowskie i ukryte modele Markowa. Analiza skupień (klasteryzacja).

**MK\_23: Zaawansowane metody probabilistyczne i statystyczne. Do wyboru 2 przedmiot(y) spośród jak niżej.**

MK\_23/3 - Analiza regresji: Wprowadzenie do estymacji: operacje macierzowe. Klasyczny model regresji liniowej wielorakiej. Metoda najmniejszych kwadratów. Twierdzenie Gaussa-Markowa. Weryfikacja modelu liniowego (podstawowa i zaawansowana). Modele linearyzowalne. Regresja nieliniowa. Metody szacowania parametrów w modelach nieliniowych.

MK\_23/1 - Elementy wnioskowania bayesowskiego: Podstawowe pojęcia statystyki bayesowskiej. Standardowe modele bayesowskie. Budowa modeli bayesowskich. Rozkłady a priori i a posteriori. Bayesowska i częstościowa interpretacja statystyki. Twierdzenie Bayesa dla różnych typów rozkładów. Wnioskowanie statystyczne dla modeli bayesowskich - estymacja i testowanie hipotez.

MK\_23/2 - Ukryte procesy Markowa: Proces Markowa dyskretny i ciągły. Przestrzeń stanów. Klasyfikacja stanów. Równanie Chapmana-Kołmogorowa. Ukryte modele Markowa. Podstawowe własności ukrytych modeli Markowa (HMM).

**MK\_24: Wykład monograficzny I. Do wyboru 1 przedmiot(y) spośród jak niżej.**

MK\_24/1 - Topologia danych: Podstawy topologii: przestrzenie topologiczne, metryka w przestrzeniach odwzorowania: homeomorfizmy, homotopijna równoważność, rozmaitości  $k$ -wymiarowe. Reprezentacje danych: kompleks symplijalny, Delaunay'a, Čecha, Ripsa, indukowany przez graf (GIC). Grupy homologii:  $q$ -grupy łańcuchów, indukowany homeomorfizm brzegu, grupy  $q$ -cykli, grupy  $q$ -brzegów,  $q$ -grupy homologii, homologie; homologie symplijacyjne i kostkowe; liczby Bettięgo. Algorytmy: algorytm Smitha diagonalizacji macierzy; Algorytm Delfinado-Edelsbrunnera dla liczb Bettięgo; Algorytmy redukcji. Modele topologiczne danych przestrzennych. Wydobywanie informacji z kształtu i rozmiaru danych. Zastosowania: w analizie danych eksperymentalnych, przetwarzaniu obrazów.

MK\_24/2 - Matematyczne metody wspomagania decyzji: Podstawowe definicje gier decyzyjnych. Optymalizacja procesów decyzyjnych w sytuacjach konfliktu i kooperacji. Indywidualne podejmowanie decyzji w warunkach niepewności (ujęcie aksjomatyczne, statystyczne podejmowanie decyzji, kompletne klasy reguł decyzyjnych, statystyczna teoria decyzji). Grupowe podejmowanie decyzji (wybór społeczny i wartości indywidualne, Twierdzenie Arrowa, procedury wyboru społecznego, gry o sprawiedliwy podział). Probabilistyczna teoria użyteczności. Twierdzenie Minimaksowe i programowanie linowe. Programowanie dyskretne metoda podziału i ograniczeń, algorytm Landa i Doiga.

MK\_Fak - Inny, spośród zgłoszonych do wyboru na dany semestr: treści specyficzne dla wybranego przedmiotu

**MK\_25: Wykład monograficzny II. Do wyboru 1 przedmiot(y) spośród jak niżej.**

MK\_25/1 - Chaos deterministyczny: Odwzorowanie logistyczne. Wykres pajęczynowy. Stabilność punktów równowagi. Punkty okresowe. Test stabilności dla orbit okresowych. Punkt przyciągający, odpychający oraz siodłowy. Odwzorowania liniowe. Odwzorowania nieliniowe. Jakobian. Rozmaitości stabilne i niestabilne. Wykładnik Lapunowa. Orbits chaotyczne. Basen przyciągania. Chaotyczne atraktory. Chaos dla odwzorowań dwuwymiarowych.

MK\_25/2 - Rachunek na skalach czasowych: Skala czasowa, klasyfikacja punktów na skali czasowej, punkty prawo i lewo gęste i punkty izolowane, funkcja ziarnistości. Skale jednorodne i regularne. Definicja delta pochodnej (pochodnej Hilgera), interpretacja geometryczna delta pochodnej, delta pochodna n-tego rzędu. Podstawowe twierdzenia rachunku delta różniczkowego. Reguła de l'Hospitala na skalach czasowych. Delta całka Reimanna i jej własności.

MK\_25/3 - Planowanie dyskretne: Przykłady i opis planowania eksperymentów, blokowanie jednostek eksperymentu w bloki. Block designs (BD) i t-designs. Budowanie BD na potrzeby eksperymentu. Symetryczne block designs, przykłady konstrukcji: design pochodny, resztowy i dopełnieniowy, zbiory różnicowe, macierze Hadamarda, ortogonalne kwadraty łacińskie, block designs otrzymywane ze skończonych geometrii. Systemy trójek Steiner, problem Kirkmana. Schematy koherentne i związane z nimi BD, zastosowanie do testowania grup.

MK\_Fak - Inny, spośród zgłoszonych do wyboru na dany semestr: treści specyficzne dla wybranego przedmiotu

**MK\_26: Przedmiot na innym kierunku**

Treści zgodne z dokonaniem przez studenta wyborem przedmiotu w danym roku akademickim.

**MK\_27: Wybrane zagadnienia nauk społecznych**

Treści zgodne z dokonaniem przez studenta wyborem przedmiotu z obszaru nauk społecznych w danym roku akademickim.

DZIEKAN  
WYDZIAŁU MATEMATYKI I INFORMATYKI  
dr hab. Krzysztof Piotr Świątek-Prasznowski-Kryński  
prof. UwB

