Wydział Matematyki
i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska
ul. Koszykowa 75
00-662 Warszawa

PROGRAM STUDIÓW

DRUGIEGO STOPNIA NA KIERUNKU MATEMATYKA

NA WYDZIALE MATEMATYKI I NAUK INFORMACYJNYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

OBOWIĄZUJĄCY DLA STUDENTÓW PRZYJĘTYCH OD 2021/2022

Warszawa, dnia 20 sierpnia 2021 r.

Spis treści

I. Podstawowe dane o studiach ... 4
II. Określenie efektów uczenia się ... 4
III. Realizacja programu studiów ... 15
IV. Wymiar, zasady, forma praktyk zawodowych ... 16
V. Sylabusy ... 17
Specjalność Matematyka w cyberbezpieczeństwie ... 17
Algebra w kryptografii ... 17
Algebra w naukach informacyjnych ... 18
Algorytmiczna teoria liczb ... 20
Algorytmy zaawansowane ... 21
Kody korekcyjne i transmisja danych ... 22
Metody formalne i weryfikacja protokołów kryptograficznych ... 23
Nieprzemiemme struktury algebraiczne i ich zastosowania w kryptografii ... 24
Praca dyplomowa ... 25
Programowanie dyskretne projekt ... 26
Programowanie dyskretne ... 27
Programowanie funkcyjne ... 28
Projekt zespołowy ... 29
Seminarium ... 29
Seminarium dyplomowe ... 30
Teoria automatów i języków formalnych ... 31
Teoria informacji i podstawy bezpieczeństwa cyfrowego ... 32
Teoria kategorii ... 34
Teoria złożoności ... 35
Warsztaty z matematycznych metod cyberbezpieczeństwa ... 36
Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa ... 37
Wprowadzenie do współczesnej kryptologii ... 41
Specjalność: Matematyka w naukach technicznych ... 42
Analiza matematyczna w przestrzeniach metrycznych ... 42
Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych ... 43
Modelowanie inżynierskie ... 45
Modelowanie ośrodków ciągłych ... 47
Praca dyplomowa ... 48
Problemy nieliniowe w technice ... 49
Równania Naviera-Stokesa ... 50

Seminarium i Seminarium dyplomowe 52
Teoria chaosu determistycznego 53
Układy dynamiczne 54
Warsztaty badawcze 1 55
Warsztaty badawcze 2 57
Wprowadzenie do termomechaniki ciał odkształcalnych 59
Specjalność: Matematyka w ubezpieczeniach i finansach 60
Matematyka finansowa 1 61
Matematyka finansowa 2 62
Matematyka ubezpieczeń majątkowych 63
Metody numeryczne w matematyce finansowej 65
Modelowanie stochastyczne rynków finansowych i ubezpieczeniowych – seminarium 1 67
Modelowanie stochastyczne rynków finansowych i ubezpieczeniowych – seminarium 2 68
Podstawy analizy stochastycznej 69
Podstawy matematyki finansowej 70
Praca dyplomowa 71
Probabilistyka dla aktuariuszy 73
Seminarium i seminarium dyplomowe 74
Stosowana analiza regresji 75
Szeregi czasowe 77
Ubezpieczenia na życie 78
Specjalność: Statystyka matematyczna i analiza danych 79
Analiza wielowymiarowa 80
Biostatystyka 81
Data Mining 83
Metody Monte Carlo 84
Praca dyplomowa 87
Seminarium: Wybrane zagadnienia statystyki 1 – 3 88
Seminarium dyplomowe 89
Statystyka matematyczna 2 91
Stosowana analiza regresji 92
Szeregi czasowe 94
Uogólnione modele liniowe 95
Warsztaty badawcze 1 i 2 97

I. Podstawowe dane o studiach

1. Nazwa wydziału: Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
2. Nazwa kierunku: MATEMATYKA
3. Poziom studiów: studia drugiego stopnia
4. Profil studiów: profil ogólnoakademicki
5. Forma studiów: studia stacjonarne
6. Język prowadzenia studiów: język polski
7. Dyscypliny naukowe: matematyka (100%)
8. Liczba semestrów: cztery semestry
9. Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: magister

II. Określenie efektów uczenia się

1. Tabela odniesień efektów uczenia się dla programu studiów do
   - uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK, na poziomie 6 dla studiów pierwszego stopnia/na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych w załączniku do ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r., poz. 226) – „Odniesienie-symbol"
   - charakterystyk drugiego stopnia PRK, na poziomie 6 dla studiów pierwszego stopnia/ na poziomie 7 dla studiów drugiego stopnia, określonych przez rozporządzenie w sprawie charakterystyk drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomach 6–8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r. poz. 2218); z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia inżynierskich (dla studiów kończących się nadaniem tytułu zawodowego inżyniera albo magistra inżyniera) – „Odniesienie – symbol I/III".

1) Efekty wspólne dla wszystkich specjalności

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
1	2	3	4	5
Wiedza				
1.	M2_W01	Absolwent ma pogłębioną wiedzę dotyczącą modeli analitycznych, probabilistycznych, algebraicznych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
2.	M2_W02	Absolwent ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań badawczych w zakresie modelowania matematycznego.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
3.	M2_W03	Absolwent ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie matematyki.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
4.	M2_W04	Absolwent zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	I.P7S_WK	P7SU_W
5.	M2_K02	Absolwent ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju w zakresie przedmiotów ekonomiczno-społecznych.	I.P7S_WK	P7SU_W
Umiejętności				

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
6.	M2_U01	Absolwent potrafi w przystępny sposób przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym (zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego), zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników, zwłaszcza w obszarze związanym ze studiowanym kierunkiem.	I.P7S_UK	P7SU_U
7.	M2_U02	Absolwent potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	I.P7S_UU	P7SU_U
8.	M2_U03	Absolwent potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role. Potrafi kierować pracą zespołu.	I.P7S_UO	P7SU_U
Kompetencje społeczne				
9.	M2_K01	Absolwent rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związane z tym odpowiedzialności.	I.P7S_KK	P7SU_K
10.	M2_K03	Absolwent jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	I.P7S_KO	P7SU_K
11.	M2_K04	Absolwent jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	I.P7S_KR	P7SU_K

2) Specjalność: Matematyka w cyberbezpieczeństwie

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
1	2	3	4	5
Wiedza				
12.	M2MCB_W01	Absolwent ma pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych struktur algebraicznych występujących w matematyce i w zastosowaniach w cyberbezpieczeństwie.	I.P7WG.o	P7U_W
13.	M2MCB_W02	Absolwent zna podstawowe zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa sieci i systemów cyfrowych.	I.P7WG.o	P7U_W
14.	M2MCB_W03	Absolwent zna podstawowe algorytmy kodowania i dekodowania wybranych kodów korekcyjnych.	I.P7WG.o	P7U_W
15.	M2MCB_W04	Absolwent ma podstawową wiedzę dotyczącą konstrukcji nowoczesnych systemów kryptograficznych.	I.P7WG.o	P7U_W
16.	M2MCB_W05	Absolwent ma podstawową wiedzę dotyczącą głównych pojęć teorii kategorii.	I.P7WG.o	P7U_W
17.	M2MCB_W06	Absolwent zna podstawowe metodologie prowadzenia projektu informatycznego.	I.P7WG.o	P7U_W
18.	M2MCB_W07	Absolwent zna podstawowe pojęcia teorii informacji oraz ich własności i zastosowania.	I.P7WG.o	P7U_W
19.	M2MCB_W08	Absolwent zna pojęcie obliczalności, różne modele obliczeń i rozumie ograniczenia obliczalności.	I.P7WG.o	P7U_W

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
20.	M2MCB_W09	Absolwent zna różne rodzaje automatów skończonych i ich własności.	I.P7WG.o	P7U_W
21.	M2MCB_W10	Absolwent zna podstawowe pojęcia lingwistyki matematycznej i ich własności, rozumie znaczenie języków formalnych w informatyce.	I.P7WG.o	P7U_W
22.	M2MCB_W11	Absolwent ma podstawową wiedzę dotyczącą paradygmatu programowania funkcyjnego.	I.P7WG.o	P7U_W
23.	M2MCB_W12	Absolwent zna podstawowe zagadnienia programowania dyskretnego i metody ich rozwiązywania.	I.P7WG.o	P7U_W
24.	M2MCB_W13	Absolwent zna podstawowe zagadnienia zastosowań metod formalnych w cyberbezpieczeństwie.	I.P7WG.o	P7U_W
25.	M2MCB_W14	Absolwent zna podstawowe techniki konstruowania algorytmów kombinatorycznych oraz różne rodzaje zaawansowanych algorytmów kombinatorycznych dokładnych i przybliżonych.	I.P7WG.o	P7U_W
26.	M2MCB_W15	Absolwent zna podstawowe twierdzenia, metody badawcze oraz algorytmy związane z problemami obliczeniowymi w teorii liczb.	I.P7WG.o	P7U_W
Umiejętności				
27.	M2MCB_U01	Absolwent potrafi za pomocą narzędzi metod formalnych zweryfikować poziom bezpieczeństwa systemów cyfrowych.	I. P7S_UW.o	P7SU_U
28.	M2MCB_U02	Absolwent umie posługiwać się językiem algebraicznym interpretując zagadnienia z różnych obszarów matematyki i zastosowań.	I.P7S_UW.o	P7U_U
29.	M2MCB_U03	Absolwent potrafi dostrzec struktury algebraiczne i kombinatoryczne w różnych dziedzinach matematyki i poza matematyką.	I.P7S_UW.o	P7U_U
30.	M2MCB_U04	Absolwent potrafi stosować metody algebry i teorii liczb w zagadnieniach kryptograficznych i dotyczących kodowania informacji.	I.P7S_UW.o	P7U_U
31.	M2MCB_U05	Absolwent potrafi dokonać krytycznej analizy i oceny istniejących rozwiązań w zakresie cyberbezpieczeństwa.	I.P7S_UW.o	P7U_U
32.	M2MCB_U06	Absolwent potrafi dostrzec konstrukcje kategoryjne w różnych dziedzinach matematyki i informatyki teoretycznej.	I.P7S_UW.o	P7U_U
33.	M2MCB_U07	Absolwent umie sporządzać dokumentację dla poszczególnych etapów projektu informatycznego.	I.P7S_UK	P7U_U
34.	M2MCB_U08	Absolwent umie korzystać z narzędzi wspomagających prowadzenie projektu.	I.P7S_UO	P7U_U
35.	M2MCB_U09	Absolwent potrafi konstruować modele matematyczne opisujące zjawiska z różnych dziedzin.	I.P7S_UW.o	P7U_U
36.	M2MCB_U10	Absolwent umie posługiwać się podstawowymi pojęciami teorii informacji oraz je interpretować.	I.P7S_UW.o	P7U_U
37.	M2MCB_U11	Absolwent potrafi pisać programy używając paradygmatu programowania funkcyjnego w wybranym języku funkcyjnym.	I.P7S_UW.o	P7U_U

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
38.	M2MCB_U12	Absolwent potrafi stosować metody dokładne i przybliżone do rozwiązywania zagadnień programowania dyskretnego.	I.P7S_UW.o	P7U_U
39.	M2MCB_U13	Absolwent potrafi projektować, implementować, dowodzić poprawność oraz badać złożoność algorytmów.	I.P7S_UW.o	P7U_U
40.	M2MCB_U14	Absolwent potrafi samodzielnie i ze zrozumieniem studiować teksty matematyczne związane tematycznie z zagadnieniami omawianymi na zajęciach, umie przedstawić w mowie i na piśmie poznaną w ten sposób tematykę oraz określić, jakie są otwarte pytania dotyczące omawianej tematyki.	I.P7S_UU	P7U_U
41.	M2MCB_U15	Absolwent potrafi rozpoznać klasyczne problemy trudne obliczeniowo i przeprowadzić redukcję między dwoma problemami obliczeniowymi.	I.P7S_UW.o	P7U_U
Kompetencje społeczne				
42.	M2MCB_K01	Absolwent umie negocjować i dochodzić do kompromisu w kwestiach związanych z prowadzeniem projektu.	I.P7S_KR	P7U_K
43.	M2MCB_K02	Absolwent rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach.	I.P7S_KK	P7U_K

3) Specjalność: Matematyka w naukach technicznych

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
1	2	3	4	5
Wiedza				
44.	M2MNT_W01	Absolwent zna pojęcie słabych rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych i metody słabej zbieżności w analizie istnienia słabych rozwiązań.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
45.	M2MNT_W02	Absolwent zna aproksymację Galerkina liniowych równań różniczkowych cząstkowych i twierdzenia o zwartych włożeniach w przestrzeniach Sobolewa.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
46.	M2MNT_W03	Absolwent zna podstawy teorii różnic skończonych numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
47.	M2MNT_W04	Absolwent zna matematyczne podstawy modelowania ośrodków ciągłych: zasada zachowania masy, zasada zachowania pędu i zasada zachowania momentu pędu.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
48.	M2MNT_W05	Absolwent zna znaczenie i przykłady związków konstytutywnych w mechanice ośrodków ciągłych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
49.	M2MNT_W06	Absolwent zna podstawy teorii Johna Ball'a analizy istnienia punktów minimalnych funkcjonału energii nieliniowych materiałów hipersprężystych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
50.	M2MNT_W07	Absolwent zna podstawy rachunku wariacyjnego funkcji wielu zmiennych: równanie Eulera-Lagrange'a, związane punkty ekstremalne, twierdzenie o przełęczy górskiej.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
51.	M2MNT_W08	Absolwent zna podstawowe twierdzenia o punktach stałych i ich zastosowania w teorii istnienia rozwiązań nieliniowych problemów.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
52.	M2MNT_W09	Absolwent zna podstawy teorii istnienia słabych rozwiązań równania Naviera-Stokesa.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
53.	M2MNT_W10	Absolwent zna metody podnoszenia regularności słabych rozwiązań równania Naviera-Stokesa i ich praktyczne zastosowanie.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
54.	M2MNT_W11	Absolwent zna podstawowe typy bifurkacji zachodzące w jednoparametrowych rodzinach niskowymiarowych układów dynamicznych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
55.	M2MNT_W12	Absolwent zna dynamikę strukturalnie stabilnych układów dynamicznych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
56.	M2MNT_W13	Absolwent wie jak nieskończony ciąg bifurkacji podwajania okresu prowadzi do dynamiki chaotycznej.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
57.	M2MNT_W14	Absolwent zna podstawowe modele układów dynamicznych opisujących chaos deterministyczny oraz przykłady ich zastosowań w różnych dziedzinach nauk.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
58.	M2MNT_W15	Absolwent ma podstawową wiedzę dotyczącą analizy matematycznej na przestrzeniach metrycznych.	I.P7S_WG.	P7SU_W
Umiejętności				
59.	M2MNT_U01	Absolwent umie zastosować metodę Galerkina w eliptycznym i parabolicznym równaniu różniczkowym cząstkowym.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
60.	M2MNT_U02	Absolwent potrafi stosować zaawansowane metody analizy funkcjonalnej w analizie jakościowej słabych rozwiązań liniowych równań różniczkowych cząstkowych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
61.	M2MNT_U03	Absolwent umie zastosować teorię półgrup operatorów w analizie rozwiązywalności problemów ewolucyjnych w przestrzeniach Banacha.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
62.	M2MNT_U04	Absolwent umie analizować poprawność związków konstytutywnych mechaniki płynów i mechaniki ciała stałego.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
63.	M2MNT_U05	Absolwent umie stosować nierówność Korna w konkretnych problemach mechaniki ośrodków ciągłych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
64.	M2MNT_U06	Absolwent potrafi wykorzystywać poliwypukłość energii w analizie istnienia punktów ekstremalnych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
65.	M2MNT_U07	Absolwent umie analizować nieliniowe równania różniczkowe w postaci równań Eulera-Lagrange'a pewnego funkcjonału.	I.P7S_UW.o	P7SU_U

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
66.	M2MNT_U08	Absolwent potrafi stosować twierdzenia o punktach stałych w konkretnych nieliniowych problemach początkowo-brzegowych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
67.	M2MNT_U09	Absolwent umie wykorzystać monotoniczność nieliniowości w metodach słabej zbieżności.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
68.	M2MNT_U10	Absolwent potrafi zanalizować problem Stokesa w różnych geometriach i różnych przestrzeniach funkcyjnych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
69.	M2MNT_U11	Absolwent umie wykorzystać zwartość w analizie jakościowej rozwiązań równania Naviera-Stokesa.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
70.	M2MNT_U12	Absolwent umie kodować dynamikę w terminach dynamiki symbolicznej.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
71.	M2MNT_U13	Absolwent potrafi metodami analitycznymi lub przy wsparciu komputera zidentyfikować bifurkacje i przeanalizować zmiany portretów fazowych w efekcie zaburzeń lokalnych i globalnych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
72.	M2MNT_U14	Absolwent dla zadanego układu dynamicznego potrafi stwierdzić metodami analitycznymi lub przy wsparciu komputera występowanie i charakter zjawisk chaotycznych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
73.	M2MNT_U15	Absolwent potrafi wykorzystać podstawowe narzędzia analizy matematycznej na przestrzeniach metrycznych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
74.	M2MNT_U16	Absolwent umie stosować metody różnic skończonych w konkretnych zagadnieniach dla równań różniczkowych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
Kompetencje społeczne				
75.	M2MNT_K01	Absolwent rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie.	I.P7S_KR	P7SU_K

4) Specjalność: Matematyka w ubezpieczeniach i finansach

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
1	2	3	4	5
Wiedza				
76.	M2MUF_W01	Absolwent posiada wiedzę z teorii martyngałów, całki stochastycznej i stochastycznych równań różniczkowych oraz zna najważniejsze twierdzenia z tego zakresu.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
77.	M2MUF_W02	Absolwent zna metody modelowania różnych rynków finansowych (przy założeniu deterministycznej stopy procentowej) oraz metody wyceny instrumentów pochodnych i zabezpieczania wypłat.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
78.	M2MUF_W03	Absolwent zna podstawowe metody modelowania stóp procentowych, modele chwilowej stopy procentowej, HJM, metody wyceny instrumentów pochodnych stopy procentowej.	I.P7S_WG.o	P7SU_W

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
79.	M2MUF_W04	Absolwent zna model ryzyka indywidualnego i podstawowe modele ryzyka złożonego, ich własności i charakterystyki, sposoby wyznaczania dokładnych i przybliżonych rozkładów prawdopodobieństw strat, zagadnienie aproksymacji modelami złożonymi.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
80.	M2MUF_W05	Absolwent zna modele procesów ryzyka, sposoby wyznaczania prawdopodobieństwa ruiny i jego aproksymacji, rozkłady prawdopodobieństw maksymalnej straty i deficytu.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
81.	M2MUF_W06	Absolwent posiada wiedzę na temat metod wyznaczania rezerw i składek w portfelach niejednorodnych ubezpieczeń majątkowych, systemów bonus-malus i zagadnień reasekuracji.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
82.	M2MUF_W07	Absolwent posiada wiedzę na temat najnowszych badań w zakresie modelowania i pomiaru ryzyka.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
83.	M2MUF_W08	Absolwent zna zagadnienia regresji liniowej, analizę wariancji, składowych głównych, zagadnienia dyskryminacji, metody Monte Carlo.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
84.	M2MUF_W09	Absolwent zna podstawowe pojęcia matematyki finansowej niezbędne dla poznania zaawansowanych technik matematyki w finansach i w ubezpieczeniach.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
85.	M2MUF_W10	Absolwent zna podstawowe metody analizy aktuarialnej w ubezpieczeniach związanych z życiem, a także międzynarodowe symbole aktuarialne.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
86.	M2MUF_W11	Absolwent zna zawansowane metody numeryczne i symulacyjne wyceny instrumentów pochodnych oraz metody ich zabezpieczania.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
87.	M2MUF_W12	Absolwent zna najnowsze trendy w modelowaniu i badaniach rynków ubezpieczeniowych i finansowych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
88.	M2MUF_W13	Absolwent ma pogłębioną wiedzę z probabilistyki i procesów stochastycznych niezbędną dla zastosowaniach aktuarialnych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
Umiejętności				
89.	M2MUF_U01	Absolwent potrafi dobrać odpowiednie metody aproksymacji rozkładu prawdopodobieństwa strat dla różnych zagadnień ubezpieczeniowych oraz wyznaczać parametry portfela.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
90.	M2MUF_U02	Absolwent potrafi wyznaczyć aproksymacje prawdopodobieństwa ruiny dla różnych modeli procesu rezerw oraz wysokość składki przy ograniczeniach na prawdopodobieństwo ruiny.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
91.	M2MUF_U03	Absolwent potrafi znaleźć rozkład prawdopodobieństwa maksymalnej straty i deficytu w różnych momentach spadków rezerw oraz ich charakterystyki.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
92.	M2MUF_U04	Absolwent swobodnie posługuje się pakietami obliczeniowymi i programami do obróbki i analizy danych w zagadnieniach ubezpieczeniowych i finansowych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
93.	M2MUF_U05	Absolwent potrafi stosować narzędzia z analizy stochastycznej w zagadnieniach modelowania ryzyka finansowego i ubezpieczeniowego.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
94.	M2MUF_U06	Absolwent potrafi przeprowadzić analizę regresyjnych zależności liniowych i analizę adekwatności postulowanego modelu.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
95.	M2MUF_U07	Absolwent potrafi umiejętność analizy zależności dla różnych typów zmiennych losowych. Potrafi wykorzystywać techniki symulacyjne w statystycznej analizie danych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
96.	M2MUF_U08	Absolwent potrafi wyceniać podstawowe instrumenty finansowe (bony skarbowe, weksle, obligacje) i analizować kredyty.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
97.	M2MUF_U09	Absolwent posiada umiejętność korzystania z funkcji finansowych arkusza kalkulacyjnego.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
98.	M2MUF_U10	Absolwent potrafi zastosować różne modele i metody wyceny instrumentów pochodnych oraz sposoby ich zabezpieczania.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
99.	M2MUF_U11	Absolwent potrafi stosować modele stochastycznej stopy procentowej do wyceny instrumentów pochodnych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
100.	M2MUF_U12	Absolwent potrafi zastosować metody numeryczne oraz techniki symulacyjne do wyceny instrumentów pochodnych oraz zarządzania ryzykiem wykorzystując języki programowania.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
101.	M2MUF_U13	Absolwent potrafi obliczać składki i rezerwy matematyczne dla różnych typów ubezpieczeń i rent życiowych, ubezpieczeń majątkowych oraz analizować systemy bonus-malus.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
102.	M2MUF_U14	Absolwent dla zadanego problemu/tematu potrafi znaleźć w literaturze fachowej i bazach danych odpowiednie informacje.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
103.	M2MUF_U15	Absolwent potrafi samodzielnie i ze zrozumieniem studiować teksty matematyczne związane tematycznie z zagadnieniami omawianymi na zajęciach, umie przedstawić na piśmie poznaną w ten sposób tematykę oraz określić jakie są otwarte pytania dotyczące omawianej tematyki.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
104.	M2MUF_U16	Absolwent potrafi używać narzędzi z rachunku prawdopodobieństwa, teorii martyngałów i równań stochastycznych.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
105.	M2MUF_U17	Absolwent potrafi konstruować i badać modele rynków finansowych wolne od arbitrażu.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
106.	M2MUF_U18	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	I.P7S_UU	P7SU_U
107.	M2MUF_U19	Absolwent umie negocjować i dochodzić do kompromisu w kwestiach związanych z realizacją i prowadzeniem projektu.	I.P7S_UK	P7SU_U

5) Specjalność: Statystyka matematyczna i analiza danych

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
1	2	3	4	5
Wiedza				
108.	M2SMAD_W01	Absolwent zna podstawowe testy nieparametryczne, metody badania niezależności oraz kwantyfikacji siły zależności.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
109.	M2SMAD_W02	Absolwent zna podstawy teorii statystycznych funkcji decyzyjnych oraz statystyki bayesowskiej.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
110.	M2SMAD_W03	Absolwent zna model liniowy regresjij, związane z nim metody estymacji i testowania oraz narzędzia diagnostyczne. Zna model parametryczny regresji nieliniowej oraz model nieparametryczny regresji. Zna podstawowe strategie modelowania w tym zakresie.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
111.	M2SMAD_W04	Absolwent zna modele jednoczynnikowy i dwuczynnikowy analizy wariancji i model analizy kowariancji oraz podstawowe testy w tych modelach. Wie, na czym polega problem wielokrotnego testowania.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
112.	M2SMAD_W05	Absolwent zna własności wybranych rozkładów wielowymiarowych oraz metody estymacji i testowania hipotez w przypadku wielowymiarowym.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
113.	M2SMAD_W06	Absolwent zna podstawy teoretyczne analizy składowych głównych oraz analizy dyskryminacyjnej w modelu gaussowskim.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
114.	M2SMAD_W07	Absolwent zna ogólne sformułowanie problemu klasyfikacji pod nadzorem i bez nadzoru oraz podstawowe metody klasyfikacji liniowej i klasyfikacji logistycznej. Zna podstawowe metody oceny błędu klasyfikacji.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
115.	M2SMAD_W08	Absolwent zna metodologię konstrukcji drzew klasyfikacyjnych oraz maszyn wektorów podpierających. Wie, na czym polegają metody łączenia klasyfikatorów.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
116.	M2SMAD_W09	Absolwent zna podstawowe metody analizy skupień.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
117.	M2SMAD_W10	Absolwent zna pojęcia stacjonarnego szeregu czasowego, funkcji korelacji i korelacji częściowej procesów ARMA, ARIMA, SARIMA i procesu liniowego oraz procesów warunkowo heteroskedastycznych. Zna konstrukcję periodogramu.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
118.	M2SMAD_W11	Absolwent wie, co to jest dystrybuanta i gęstość spektralna oraz zna związki między funkcją autokowariancji a gęstością spektralną.	I.P7S_WG.o	P7SU_W

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
119.	M2SMAD_W12	Absolwent zna pojęcia funkcji przeżycia, funkcji hazardu i mechanizmu cenzorowania. Wie, czym jest tablica przeżycia i zna podstawowe wskaźniki demograficzne. Zna estymator Kaplana-Meiera oraz podstawowe testy równości dwóch krzywych przeżycia. Zna model proporcjonalnych hazardów, modele analizy przeżyć z efektami losowymi oraz modele wielostanowe.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
120.	M2SMAD_W13	Absolwent zna postać modelu logistycznego oraz związane z nim testy oraz metody diagnostyczne. Zna postać poissonowskiego modelu regresyjnego oraz podstawowe metody analizy tablic wielodzielczych przy użyciu modeli log-liniowych.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
121.	M2SMAD_W14	Absolwent zna sformułowanie uogólnionego modelu liniowego, pojęcie funkcji łączącej, ogólną postać odchylenia , testów istotności i dopasowania oraz metody konstrukcji rezyduów. Zna pojęcie efektu losowego, liniowego modelu mieszanego, nadwyżki rozproszenia, quasi-wiarogodności oraz równań estymujących.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
122.	M2SMAD_W15	Absolwent zna metody generowania rozkładów prawdopodobieństwa, metody Monte Carlo całkowania i optymalizacji oraz podstawowe metody Monte Carlo Markov Chain i metody repróbkowania.	I.P7S_WG.o	P7SU_W
Umiejętności				
123.	M2SMAD_U01	Absolwent umie dobrać test nieparametryczny właściwy do badanego zagadnienia i potrafi stosować ów test w praktyce. Potrafi dla danych ilościowych i jakościowych znajdować wskaźniki zależności i badać niezależność cech.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
124.	M2SMAD_U02	Absolwent umie posługiwać się metodologią bayesowską w praktyce.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
125.	M2SMAD_U03	Absolwent umie estymować, wykorzystując odpowiedni pakiet statystyczny, parametry w modelu liniowym, przeprowadzić diagnostykę i zmodyfikować model. Potrafi identyfikować modele sprowadzalne do modelu liniowego.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
126.	M2SMAD_U04	Absolwent posiada praktyczną umiejętność przeprowadzenia selekcji zmiennych w modelu liniowym oraz porównania liniowych modeli hierarchicznych. Umie przeprowadzić parametryczną i nieparametryczną estymację funkcji regresji.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
127.	M2SMAD_U05	Absolwent potrafi przeprowadzić jednoczynnikową i dwuczynnikową analizę wariancji i zinterpretować jej wyniki.	I.P7S_UW.o	P7SU_U

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
128.	M2SMAD_U06	Absolwent umie badać własności wielowymiarowego rozkładu normalnego; potrafi wyznaczać estymatory oraz weryfikować hipotezy w wielowymiarowym modelu normalnym.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
129.	M2SMAD_U07	Absolwent umie skonstruować klasyfikatory liniowe i ocenić błędy klasyfikacji. Umie stosować metodę CART i SVM do problemu klasyfikacji i estymacji regresji.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
130.	M2SMAD_U08	Absolwent umie stosować metody analizy składowych głównych w konkretnych zagadnieniach, wybierać liczbę kierunków w tej metodzie oraz oceniać jej skuteczność. Umie stosować metodę skalowania wielowymiarowego.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
131.	M2SMAD_U09	Absolwent umie przeprowadzać analizę skupień stosując metodę k-średnich, dendrogramy, metodę mieszanek oraz sieci samoorganizujące się Kohonena.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
132.	M2SMAD_U10	Absolwent umie dopasować i przeprowadzić diagnostykę dopasowania podstawowych klas szeregów czasowych (ARMA, ARIMA, multiplikatywny SARIMA). Zna metody idenfikacji i prognozy szeregów.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
133.	M2SMAD_U11	Absolwent umie skonstruować periodogram oraz potrafi obliczyć gęstość spektralną procesu. Umie obliczyć funkcje kowariancji i korelacji częściowej oraz obliczyć błąd predykcji. Umie dopasować do danych modele warunkowo heteroskedastyczne.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
134.	M2SMAD_U12	Absolwent umie wyznaczyć estymator Kaplana-Meiera i skumulowanego hazardu ocenić jego dokładność i wyznaczyć przedziały ufności dla prawdopodobieństwa dożycia oraz zinterpretować wyniki odpowiednich testów.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
135.	M2SMAD_U13	Absolwent umie wyznaczyć podstawowe estymatory parametryczne funkcji przeżycia, skonstruować tablicę przeżycia i wyznaczyć estymatory podstawowych parametrów demograficznych. Umie dopasować do danych i zinterpretować modele analizy przeżyć z efektami losowymi bądź model wielostanowy.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
136.	M2SMAD_U14	Absolwent potrafi dopasować do danych model logistyczny oraz regresyjny model poissonowski, przeprowadzić testy istotności, dopasowania oraz diagnostykę. Umie skonstruować podstawowe modele log-liniowe dla tablicy wielodzielczej oraz przeprowadzić testy istotności zmiennych i występowania interakcji między nimi. Umie dopasować do danych model mieszany oraz zinterpretować jego wyniki.	I.P7S_UW.o	P7SU_U

Lp.	Symbol	Efekt uczenia się	Odniesienie – symbol	Odniesienie – symbol I/III
137.	M2SMAD_U15	Absolwent umie obliczyć wartość średnią, wariancję oraz postać odchylenia dla wybranych uogólnionych modeli liniowych oraz skonstruować przybliżony estymator największej wiarogodności metodą iterowanych ważonych najmniejszych kwadratów.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
138.	M2SMAD_U16	Absolwent umie generować próbki pseudolosowe z różnych rozkładów prawdopodobieństwa; umie stosować metody Monte Carlo do całkowania i zagadnień optymalizacyjnych; potrafi używać metod Monte Carlo Markov Chain; umie stosować metody bootstrap i jackknife.	I.P7S_UW.o	P7SU_U
139.	M2SMAD_U17	Absolwent umie negocjować i dochodzić do kompromisu w kwestiach związanych z realizacją i prowadzeniem projektu.	I.P7S_UO	P7SU_U
140.	M2SMAD_U18	Absolwent rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	I.P7S_UU	P7SU_U

2. Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć, samoocena.

III. Realizacja programu studiów

* ECTS za praktyki studenckie, nie wliczane do nominalnej liczbą punktów ECTS, jakie trzeba zdobyć podczas trwania studiów
MCB – specjalność: Matematyka w cyberbezpieczeństwie
MNT – specjalność: Matematyka w naukach technicznych
MUF – specjalność: Matematyka w ubezpieczeniach i finansach
SMAD – specjalność: Statystyka matematyczna i analiza danych

Nazwa specjalności:	MCB	MNT	MUF	SMAD
Łączna liczba godzin zajęć:	1320	1275	1200	1200
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	120 + 3*			
Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem **dyscypliny wiodącej: matematyka**	100%			
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających **bezpośredniego udziału** nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	61	64	60	60

Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z **dziedziny nauk humanistycznych** lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych:	5			
Liczba godzin zajęć z **wychowania fizycznego** na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej:	0			
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających **wyborowi przez studenta** *(w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)*:	53 ECTS tj 44,17%	55 ECTS tj 45,83%	65 ECTS tj 54,17%	54 ECTS tj 45,00%
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni **działalnością naukową** w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów *(w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie)*, z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności:	62 ECTS, tj 51,67%	87 ECTS tj 72,50%	63 ECTS tj 52,50%	82 ECTS tj 68,33%
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z matematyki	Łączna liczba ECTS na I oraz II stopniu wynosi ponad 18 ECTS (minimum 270 godzin)			
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS z fizyki	Łączna liczba ECTS na I oraz II stopniu wynosi ponad 7 ECTS (minimum 105 godzin)			
Łączna liczba godzin oraz punktów ECTS języków obcych	Realizowany przedmiot w języku angielskim w wymiarze minimum 30 godzin			
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	20			

IV. Wymiar, zasady, forma praktyk zawodowych

Wymiar praktyk: **minimum 120 godzin**
Liczba punktów ECTS: **3**

Zasady i forma odbywania praktyk:
Studenci mogą odbywać praktyki zawodowe w podmiotach zewnętrznych (na stanowiskach zgodnych z profilem studiów) lub w jednostkach naukowo-dydaktycznych Wydziału (po uzyskaniu zgody Dziekana). Zaliczenie dokonywane jest w oparciu o sprawozdanie z przebiegu praktyk oraz zaświadczenie od pracodawcy przygotowane zgodnie z zasadami określonymi przez odpowiednie zarządzenie Rektora Politechniki Warszawskiej i precyzowanymi przez *Regulamin praktyk studenckich na Wydziale Matematyki i Nauk Informacyjnych* wprowadzony odpowiednim zarządzeniem Dziekana Wydziału Matematyki i Nauk Informacyjnych.

Efekty uczenia się dla praktyk:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla praktyk	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	*2*	*3*	*4*	*5*
WIEDZA				
1	PRAKT_W01	Ma wiedzę dotyczącą sposobu realizacji projektów lub procesów wymagających wsparcia matematycznego.	M2_W02 M2_W03 M2_W04	sprawozdanie z przebiegu praktyk
UMIEJĘTNOŚCI				
2	PRAKT_U01	Realizuje zadania w projekcie lub procesie wymagającym znajomości matematyki z wykorzystaniem odgórnie narzuconej metody i założeń.	M2_U03	sprawozdanie z przebiegu praktyk
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
3	PRAKT_K01	Współdziała w zespole i/lub z przedstawicielem klienta.	M2_K01 M2_K03 M2_K04	sprawozdanie z przebiegu praktyk

V. Sylabusy

Specjalność Matematyka w cyberbezpieczeństwie

W planie studiów są

- przedmioty obowiązkowe, z których student może uzyskać 91 ECTS, w tym seminarium za 2 ECTS, seminarium dyplomowe za 2 ECTS oraz praca dyplomowa za 20 ECTS, które podlegają wyborowi przez studenta
- przedmioty obieralne, z których student może uzyskać 29 ECTS, w tym również przedmioty humanistyczne (5 ECTS).

3 ECTS za praktyki studenckie nie są wliczane do nominalnej liczbą punktów ECTS, jakie trzeba zdobyć podczas trwania studiów.

Algebra w kryptografii		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Pierścienie całkowite i ich związki z ciałami. 2. Ideały w pierścieniach. Ideały główne, pierwsze, maksymalne. 3. Ciało ułamków pierścienia całkowitego. 4. Pierścienie Euklidesa. 5. Pierścienie wielomianów o współczynnikach w ciele. Wielomiany rozkładalne i nierozkładalne, pierścienie ilorazowe pierścieni wielomianów, ciało rozkładu wielomianu, ciało algebraicznie domknięte.	

	6. Rozszerzenia ciał, elementy algebraiczne, rozszerzenia algebraiczne. Charakterystyka ciała. Ciała proste. 7. Ciała skończone. Elementy pierwotne ciała. Podciała ciała skończonego. Reprezentacja elementów w ciałach skończonych. Obliczenia w ciałach skończonych. 8. Wielomiany minimalne, pierwiastki z jedności w ciałach skończonych. 9. Endomorfizm Frobeniousa. Grupa automorfizmów ciała skończonego. 10. Zastosowania ciał skończonych w teorii kodów korekcyjnych, kryptografii i przy projektowaniu eksperymentów.
Aktualizacja	2021

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
AK_W01	Zna podstawowe własności i metody konstrukcji ciał skończonych i ich rozszerzeń.	M2MCB_W01	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
AK_W02	Ma wiedzę o zastosowaniach ciał skończonych w obszarze bezpieczeństwa cyfrowego.	M2_W01 M2MCB_W01	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
UMIEJĘTNOŚCI			
AK_U01	Potrafi skonstruować ciała skończone i wykonywać w nich obliczenia.	M2MCB_U02	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
AK_U02	Potrafi zastosować ciała skończone do opisu wybranych zagadnień kryptograficznych.	M2MCB_U04 M2MCB_U03	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
AK_K01	Rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie.	M2MCB_K02	samoocena

Algebra w naukach informacyjnych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	3	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Algebry abstrakcyjne. - Podalgebry, homomorfizmy i produkty algebr dowolnego typu.	

	- Kongruencje i algebry ilorazowe. Twiedzenia o izomorfizmie. - Termy i równości. Algebry wolne. - Rozmaitości i inne klasy algebr. Twierdzenie Birkhoffa. 2. Półgrupy i monoidy. - Podpółgrupy i podmonoidy. Homomorfizmy i działania na zbiorach. - Półgrupy i monoidy wolne. 3. Quasigrupy i n-quasigrupy. - Izotopie, automorfizmy i grupy przekształceń quasigrup. - Szyfry quasigrupowe. - Kody liniowe oparte o kwadraty łacińskie. - n-arne quasigrupy i n-arne kody quasigrupowe. - Jednostronne quasigrupy i quandle. 4. Półkraty i kraty. - Półkraty i kraty jako zbiory uporządkowane i jako algebry abstrakcyjne. - Kraty rozdzielne. Twierdzenie o reprezentacji (skończonych) krat rozdzielnych. - Kraty zupełne. Twierdzenie Knastera-Tarskiego o punkcie stałym. - Kraty i algebry Boole'a. Wolne algebry Boole'a. Twierdzenie o reprezentacji dla skończonych algebr Boole'a. - Kraty kongruencji. - Algebry relacji
Aktualizacja	2021

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
ANI_W01	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą wybranych struktur algebraicznych i ich zastosowań.	M2_W01 M2_W03 M2MCB_W01	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
ANI_W02	Zna podstawowe pojęcia algebry abstrakcyjnej.	M2MCB_W01	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
UMIEJĘTNOŚCI			
ANI_U01	Posiada umiejętność posługiwania się metodami algebraicznymi do opisu i rozwiązywania pewnych problemów z zakresu matematyki stosowanej.	M2MCB_U02	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
ANI_U02	Posiada umiejętność posługiwania się pojęciami algebry abstrakcyjnej w zakresie bezpieczeństwa cyfrowego.	M2MCB_U02	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
ANI_U03	Ma umiejętność dostrzeżenia struktur algebraicznych w innych dziedzinach matematyki.	M2MCB_U03	Kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ANI_K01	Rozumie potrzebę wzbogacania wiedzy przez samokształcenie.	M2MCB_K02	samoocena

Algorytmiczna teoria liczb		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Elementy teorii podzielności, NWD, NWW. Algorytm Euklidesa. Obliczenia w pierścieniu Zn 2. Arytmetyka modularna i złożoność działań arytmetycznych. Twierdzenia Eulera i Fermata. Chińskie twierdzenie o resztach. Potęgowanie modularne 3. Złożoność teorio liczbowych algorytmów 4. Reszty kwadratowe, symbole Legendre'a i Jacobiego. 5. Wybrane równania diofantyczne i metody ich rozwiazywania 6. Pierwiastki pierwotne, logarytmy dyskretne, elementy dużego rzędu mod n. 7. Liczby pierwsze i pseudopierwsze. Testy pierwszości. Rozmieszczenie liczb pierwszych 8. Problem faktoryzacji-algorytmy faktoryzacji 9. Znajdowanie generatorów w Z_n 10. Logarytm dyskretny i algorytmy obliczania logarytmów dyskretnych 11. Funkcje teorio- liczbowe i ich zachowanie asymptotyczne oraz metody obliczania 12. Algorytm Flouda znajdowania cykli 13. Sumy kwadratów	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
ATL_W01	Zna podstawowe twierdzenia, metody badawcze oraz algorytmy związane z problemami obliczeniowymi w teorii liczb.	M2_W03 M2MCB_W15 M2MCB_W01	Kolokwium, aktywność na zajęciach
UMIEJĘTNOŚCI			
ATL_U01	Umie rozwiązywać podstawowe problemy obliczeniowej natury w teorii liczb.	M2MCB_U02 M2MCB_U04	Kolokwium, aktywność na zajęciach
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
ATL_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz z ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach w kryptografii.	M2MCB_K02	Kolokwium, aktywność na zajęciach

Algorytmy zaawansowane		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	0
	Projekt	15
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Algorytmy zachłanne, kody Huffmana, matroidy, programowanie dynamiczne, mnożenie łańcucha macierzy, usuwanie rekursji, algorytmy dziel i zdobywaj, szacowanie złożoności obliczeniowej algorytmów, mnożenie liczb całkowitych, mnożenie macierzy, algorytmy geometrii obliczeniowej, znajdowanie pary najbliższych punktów, konstruowanie domknięcia wypukłego, problem wyszukiwania wzorca, algorytmy aproksymacyjne.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
AZ_W01	Posiada wiedzę o zaawansowanej algorytmice, strukturach danych i metodach tworzenia algorytmów	M2_W03 M2MCB_W14	Egzamin
AZ_W02	Posiada szeroką wiedzę w zakresie teorii grafów	M2MCB_W14	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
AZ_U01	Potrafi projektować wydajne algorytmy i uzasadniać ich poprawność	M2MCB_U13	Egzamin, Projekt
AZ_U02	Potrafi przeprowadzić analizę czasowej złożoności obliczeniowej algorytmu	M2MCB_U13	Egzamin, Projekt
AZ_U03	Potrafi wykorzystać wiedzę matematyczną do analizy i optymalizacji rozwiązań informatycznych	M2MCB_U13	Egzamin, Projekt
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
AZ_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz z ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach optymalizacji.	M2MCB_K02	Egzamin, Projekt

Kody korekcyjne i transmisja danych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Kodowanie w sieciach. Idea modulacji i detekcji. 2. Kody liniowe nad dowolnymi ciałami skończonymi. Ogólne metody kodowania i dekodowania. Kody dualne. Wielkość kodów liniowych. 3. Wybrane metody konstrukcji kodów. 4. Kody doskonałe, ich parametry i związki z kombinatoryką. Kody Hamminga i kody Golay'a. 5. Kody cykliczne jako ideały w odpowiednich pierścieniach ilorazowych. Zera kodów cyklicznych. 6. Kody BCH - kody poprawiające błędy wielokrotne. Binarne kody BCH i metody ich dekodowania - wielomian lokalizacji. 7. Niebinarne kody Reeda-Solomona. 8. Kody liniowe z maksymalną odległością (rozszerzone kody RS). Cykliczne kody MDS. 9. Kody reszt kwadratowych. Dekodowanie permutacyjne. 10. Kody alternujące. Uogólnione kody RS. 11. Kody Goppa w kryptografii. System McEliece z kluczem publicznym.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
KKO_W01	Zna ogólne zasady określające kodowanie z informacją nadmiarową.	M2_W01 M2_W03	kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
KKO_W02	Zna algorytmy kodowania i dekodowania dla wybranych kodów liniowych nad ciałami skończonymi.	M2_W03 M2MCB_W01 M2MCB_W03	kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
UMIEJĘTNOŚCI			
KKO_U01	Posiada umiejętność posługiwania się algorytmami kodującymi i dekodującymi dla wybranych kodów liniowych.	M2MCB_U02 M2MCB_U03 M2MCB_U04	kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
KKO_U02	Posiada umiejętność zastosowania kodów korekcyjnych do szyfrowania przesyłanej informacji.	M2MCB_U04	kolokwia pisemne, aktywność podczas zajęć
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
KKO_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz z ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach w teorii kodowania informacji.	M2MCB_K02	samoocena

Metody formalne i weryfikacja protokołów kryptograficznych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Logika intuicjonistyczna, logika rachunku zdań, logika pierwszego rzędu: dedukcja naturalna, rachunek sekwentów, eliminacja reguły „cut”. 2. (Typowany) rachunek lambda: definicje, własności. Izomorfizm Curriego-Howarda. 3. Wprowadzenie do teorii typów: definicje, własności. 4. Wprowadzenie do programowanie w Agda. 5. Dowodzenie programów w Agda w praktyce, terminacja. 6. Systemy komunikujące się: rachunek CCS, rachunek Pi i ich zastosowania w weryfikacji protokołów kryptograficznych. 7. Wstęp do systemu ProVerif.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MF_W01	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą modeli analitycznych, probabilistycznych, algebraicznych. Ma pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych struktur algebraicznych występujących w matematyce i w zastosowaniach w cyberbezpieczeństwie.	M2_W01 M2MCB_W01	Kolokwium, projekt
MF_W02	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań badawczych w zakresie modelowania matematycznego i posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie matematyki.	M2_W02 M2_W03	Kolokwium, projekt
MF_W03	Zna podstawowe zagadnienia zastosowań metod formalnych w cyberbezpieczeństwie.	M2MCB_W13	Kolokwium, projekt
UMIEJĘTNOŚCI			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MF_U01	Potrafi za pomocą narzędzi metod formalnych zweryfikować poziom bezpieczeństwa systemów cyfrowych.	M2_U04	Kolokwium, projekt
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MF_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach.	M2MCB_K02	Projekt

Nieprzemiemme struktury algebraiczne i ich zastosowania w kryptografii		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Struktura algebry macierzy nad pierścieniem przemiennym. Konstrukcje pierścienie nieprzemiennych i przemiennych, w tym pierścienie grupowe, pierścienie z gradacją. Elementy teorii reprezentacji grup skończonych. Kraty i ich zastosowania w kryptografii. Wybrane schematy kryptograficzne.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
NSA_W01	Zna podstawowe fakty dotyczące struktury algebr macierzy nad pierścieniem przemiennym	M2_W01	Kolokwium, egzamin
NSA_W02	Zna obszary kryptografii w których narzędziami są struktury algebraiczne. Zna związki teorii krat z zagadnieniami dotyczącymi kryptografii postkwantowej.	M2_W03 M2MCB_W01	Kolokwium, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
NSA_U01	Umie posługiwać się językiem algebraicznym w odniesieniu do zagadnień kryptograficznych	M2_U01 M2MCB_U02	Kolokwium, egzamin
NSA_U02	Potrafi dostrzec sposób wykorzystania takich struktur algebraicznych jak grupy skończone, macierze czy kraty, w zagadneniach kryptograficznych.	M2MCB_U03	Kolokwium, egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
NSA_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie	M2MCB_K02	Kolokwium, egzamin

Praca dyplomowa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	
	Ćwiczenia	
	Laboratorium	
	Projekt	
Liczba ECTS:	20	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Student wykonujący dyplomową pracę magisterską ma wykazać się pogłębioną znajomością podstawowej wiedzy teoretycznej w dziedzinie matematyki oraz umiejętnością rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych, badawczych, obliczeniowych i eksperymentalnych.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
W2_01	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki i kierunków pokrewnych w zakresie tematyki przygotowywanej pracy dyplomowej.	M2_W03 M2MCB_W01	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
W2_02	Zna zasady etyczne związane z wykonywaniem zawodu matematyka i rozumie konieczność rozważania społecznych skutków technologii informacyjnych	M2_W04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
UMIEJĘTNOŚCI			
U2_01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	M2_U02 M2MCB_U14	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna
U2_02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji zadania badawczego oraz potrafi przygotować opracowanie zawierające prezentację i omówienie tych wyników raz poprowadzić dyskusję na ten temat	M2MCB_U01 M2MCB_U14	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna
U2_03	Potrafi integrować wiedzę pochodzącą z wielu dziedzin z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych	M2MCB_U02 M2MCB_U14	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna
KOMPETECJE SPOŁECZNE			
K2_01	Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej	M2_K04	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna

Programowanie dyskretne projekt		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	0
	Projekt	15
Liczba ECTS:	1	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Analiza danego zagadnienia. 2. Stworzenie modelu oraz jego implementacja. 3. Testowanie modelu. 4. Interpretacja otrzymanego wyniku, korekta modelu. 5. Przygotowanie dokumentacji. 6. Prezentacja otrzymanych wyników oraz dyskusja. Modelowane zagadnienia będą z różnych dziedzin zastosowań, głównie przemysłowych takich jak planowanie produkcji, zagadnienie dystrybucji, projektowanie sieci.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WBO_W01	Zna podstawowe metody usprawniania modeli całkowitoliczbowych	M2_W01 M2_W 02 M2_W04 M2MCB_W12	Sprawozdanie, aktywność
UMIEJĘTNOŚCI			
WBO_U01	Umie opisać zaawansowane zagadnienia jako model programowania liniowego całkowitoliczbowego i rozwiązać go przy pomocy solvera.	M2_U03 M2MCB_U03 M2MCB_U07 M2MCB_U09 M2MCB_U12 M2MCB_U14	Sprawozdanie, aktywność
WBO_U02	Potrafi dostosować model do możliwości obliczeniowych solvera.	M2_U03 M2MCB_U03 M2MCB_U07 M2MCB_U09 M2MCB_U12 M2MCB_U14	Sprawozdanie, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WBO_K01	Ma umiejętność pracy w zespole.	M2MCB_K01	Sprawozdanie, aktywność
WBO_K02	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności obliczeniowych do stawiania hipotez oraz z ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach optymalizacji.	M2_K01 M2_K03 M2MCB_K02	Sprawozdanie, aktywność

Programowanie dyskretne		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	15
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	45
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Programowanie dyskretne i jego zastosowania. Formułowanie modeli za pomocą zmiennych binarnych. Złożoność obliczeniowa. Unimodularność. Dualność. Zagadnienia mieszane. 2. Metody programowania dyskretnego: metody odcięć, metody podziału i ograniczeń, metody przybliżone. 3. Wybrane zagadnienia programowania dyskretnego: zagadnienia transportowe, problemy najkrótszych dróg, problem komiwojażera, zagadnienia załadunku, zagadnienia lokalizacyjne, wybrane problemy szeregowania zadań. 4. Modelowanie zagadnień praktycznych przy pomocy programowania dyskretnego: Analiza zagadnienia, stworzenie modelu oraz jego implementacja, testowanie modelu, interpretacja otrzymanego wyniku, korekta modelu. przygotowanie dokumentacji, prezentacja otrzymanych wyników oraz dyskusja.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PD_W01	Student posiada wiedzę dotyczącą podstawowych pojęć, metod oraz zastosowań Programowania Dyskretnego	M2_W01 M2_W02 M2_W04 M2MCB_W12 M2MCB_W14	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin
PD_W02	Student posiada wiedzę o wybranych zagadnienia Programowania Dyskretnego	M2MCB_W14	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
PD_U01	Student potrafi korzystać z podstawowych metod Programowania Dyskretnego	M2MCB_U12 M2MCB_U13	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin
PD_U02	Student potrafi rozwiązywać wybrane zagadnienia Programowania Dyskretnego	M2MCB_U12 M2MCB_U13	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
PD_U03	Student potrafi zidentyfikować zagadnienie Programowania Dyskretnego w rozważanym problemie, zanalizować i rozwiązać problem przy użyciu odpowiednio dobranej metody Programowania Dyskretnego oraz oprogramowania	M2MCB_U03 M2MCB_U09 M2MCB_U12 M2MCB_U13	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
PD_K01	Student rozumie potrzebę pogłębiania wiedzy dotyczącej Programowania Dyskretnego	M2MCB_K02	Aktywność na zajęciach, prace domowe, kolokwia, egzamin

Programowanie funkcyjne		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Podstawowe pojęcia Lambda rachunku i teorii typów 2. Funkcje i ewaluacja w językach funkcyjnych 3. Abstrakcja w językach funkcyjnych 4. Listy w językach funkcyjnych. Rekurencja. 5. Monady i Applicative w Haskellu.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PF_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą paradygmatów programowania funkcyjnego.	M2MCB_W11	Projekty na laboratoriach
UMIEJĘTNOŚCI			
PF_U01	Potrafi tworzyć programy używając paradygmatów programowania funkcyjnego w jednym z wybranych języków funkcyjnych.	M2MCB_U11	Projekty na laboratoriach
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
PF_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i potrzebę jej pogłębiania.	M2MCB_K02	Projekty na laboratoriach

Projekt zespołowy		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	0
	Projekt	30
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Cykl życia projektu informatycznego 2. Wyzwania i korzyści płynące z pracy zespołowej 3. Wybrane modele wytwarzania oprogramowania 4. Planowanie i harmonogram projektu 5. Pozyskiwanie i specyfikacja wymagań 6. Elementy UML 7. Zasady tworzenia czystego kodu 8. Narzędzia wspomagające tworzenie kodu 9. Testowanie aplikacji	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PZ_W01	Znajomość cyklu życia systemu informatycznego, podstawowych modeli wytwarzania oprogramowania oraz technik wspomagających tworzenie kodu dobrej jakości	M2MCB_W06	Kolokwium
UMIEJĘTNOŚCI			
PZ_U01	Umiejętność sporządzania dokumentów dokumentujących lub specyfikujących system informatyczny	M2_U01 M2_U03 M2MCB_U07 M2MCB_U08	Projekt
PZ_U2	Umiejętność implementacji aplikacji zgodnie z wymagadniami, wraz z tworzeniem stosownejdokumentacji funkcjonalnej i technicznej w dowolnym języku programowania wysokiego poziomu.	M2MCB_U13	Projekt
PZ_U03	Umiejętność wykorzystania narzędzi wspomagających estymację, organizację i monitorowanie postępów pracyzespołunad realizacją projektu.	M2MCB_U08	Projekt
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
PZ_K01	Umiejętność zarządzania własnym czasem i pracy w zespole	M2MCB_K01 M2MCB_K02	Sprawozdanie, Projekt

Seminarium		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0

	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad dyplomem. 2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SEM_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie algebry, kombinatoryki i zastosowań matematyki w cyberbezpieczeństwie.	M2_W01-03 M2MCB_W01	Prezentacja, aktywność
SEM_W02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Prezentacja, aktywność
UMIEJĘTNOŚCI			
SEM_U01	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01 M2MCB_U01 M2MCB_U14	Prezentacja, aktywność
SEM_U02	Umie posługiwać się językiem algebraicznym do interpretacji różnych zagadnień.	M2MCB_U02	Prezentacja, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SEM_K01	Rozumie społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy, jej przydatność, potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2_K01 M2MCB_K02	Prezentacja, aktywność
SEM_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Prezentacja, aktywność

Seminarium dyplomowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad dyplomem. 2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SEM_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie algebry i kombinatoryki.	M2_W01-03 M2MCB_W01	Prezentacja, aktywność
SEM_W02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Prezentacja, aktywność
UMIEJĘTNOŚCI			
SEM_U01	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01 M2MCB_U01 M2MCB_U14	Prezentacja, aktywność
SEM_U02	Umie posługiwać się językiem algebraicznym do interpretacji różnych zagadnień.	M2MCB_U02	Prezentacja, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SEM_K01	Rozumie społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy, jej przydatność, potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2_K01 M2MCB_K02	Prezentacja, aktywność
SEM_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Prezentacja, aktywność

Teoria automatów i języków formalnych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Wiadomości wstępne - przypomnienie: relacje, indukcja zupełna, języki i gramatyki. 2. Wyrażenia i języki regularne, lemat o pompowaniu, lemat Myhill-Nerode. 3. Gramatyki i języki, gramatyki i języki bezkontekstowe, lemat o pompowaniu, lemat Ogdena. 4. Gramatyki i języki kontekstowe. Gramatyki nieograniczone i języki rekurencyjnie przeliczalne. 5. Maszyny Turinga i ich odmiany, języki rekurencyjnie przeliczalne i rekurencyjne. 6. Automaty liniowo ograniczone i języki kontekstowe. 7. Automaty ze stosem i języki bezkontekstowe. 8. Automaty skończone i języki regularne, twierdzenie Myhill-Nerode. 9. Hierarchia Chomsky'ego języków, uwagi o rozstrzygalności.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
TAJF_W01	Zna podstawowe pojęcia teorii automatów: klasy automatów (skończone, ze stosem, maszyny Turinga), obliczenie automatu, język akceptowany, niedeterminizm automatów.	M2MCB_W08 M2MCB_W09 M2MCB_W10	Egzamin
TAJF_W02	Zna podstawowe pojęcia lingwistyki matematycznej: gramatyki i ich klasy (regularne, bezkontekstowe, kontekstowe, nieograniczone), języki formalne, hierarchia Chomsky'ego języków (regularne, bezkontekstowe, kontekstowe, rekurencyjnie przeliczalne).	M2MCB_W08 M2MCB_W09 M2MCB_W10	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
TAJF_U01	Potrafi określić przynależność prostych języków do klas hierarchii Chomsky'ego, konstruować automaty odpowiednich klas akceptujące oraz konstruować gramatyki odpowiednich klas generujące proste języki z klas tej hierarchii.	M2MCB _U09	Kolokwium
TAJF_U02	Potrafi wskazać i uzasadnić zależności między klasami automatów, gramatyk i języków.	M2MCB _U09	Kolokwium
TAJF_U03	Potrafi stosować metody teorii automatów i lingwistyki matematycznej do opisu syntaktycznego prostych problemów i struktur wiedzy.	M2MCB _U09	Kolokwium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
TAJF_K01	Ma świadomość ograniczeń metod formalizacji syntaktycznej wiedzy, potrafi wyjaśnić różnicę złożoności między problemami i językami formalnymi odpowiednich klas oraz różnicę między językami formalnymi i naturalnymi.	M2MCB _K02	Kolokwium

Teoria informacji i podstawy bezpieczeństwa cyfrowego		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Definicja i podstawowe własności entropii zmiennej losowej, entropii łącznej, entropii warunkowej, entropii względnej (odległości informacyjnej Kullbacka-Leiblera) oraz wzajemnej informacji. 2. Rozkłady prawdopodobieństwa o maksymalnej entropii w danej klasie rozkładów. 3. Intensywność entropii procesu stochastycznego z czasem dyskretnym. Wyznaczanie intensywności entropii procesów stacjonarnych.	

	4. Pojęcie zbioru typowego i asymptotyczna własność równomiernego rozkładu. Zagadnienie bezstratnej kompresji danych. 5. Pojęcie źródła informacji oraz kodu dla źródła informacji. Różne modele źródeł informacji. Przykłady konstruowania kodów dla źródła informacji. Nierówność Krafta. Kody optymalne. Kod Shannona i kod Huffmana. 6. Zastosowanie metod opartych na entropii w kryptografii. Twierdzenie Shannona o tajności doskonałej systemu kryptograficznego. 7. Pojęcie kanału komunikacyjnego. Różne modele kanałów komunikacyjnych. Definicja optymalnego kodu dla kanału. 8. Pojęcie przepustowości kanału komunikacyjnego. Twierdzenie Shannona o kodowaniu dyskretnego kanału oraz łącznym kodowaniu dyskretnego źródła i kanału.
Aktualizacja	2021

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
TIN_W01	zna matematyczne podstawy teorii informacji	M2_W01	Egzamin, kolokwium,
TIN_W02	zna pojęcie oraz własności entropii zmiennej losowej, intensywności entropii procesu stochastycznego, entropii względnej (odległości informacyjnej Kullbacka-Leiblera) i informacji wzajemnej oraz ich zastosowania	M2MCB_W03 M2MCB_W07	Egzamin, kolokwium,
TIN_W03	zna zastosowania metod opartych na entropii w kryptografii, zna pojęcie tajności doskonałej systemu kryptograficznego i warunki tajności doskonałej	M2MCB_W07	Egzamin, kolokwium,
TIN_W04	zna pojęcie źródła informacji i kanału komunikacyjnego, zna różne modele źródła i kanału, wie na czym polega kodowanie źródła i kanału	M2MCB_W07	Egzamin, kolokwium,
TIN_W05	wie czym jest optymalny kod dla źródła i zna sposoby konstrukcji takich kodów, rozumie związek entropii źródła informacji z zagadnieniem bezstratnej kompresji danych, zna pojęcie przepustowości kanału komunikacyjnego, wie czym jest optymalny kod dla kanału, zna twierdzenie o optymalnym kodowaniu źródła i kanału	M2MCB_W07 M2MCB_W03	Egzamin, kolokwium,
UMIEJĘTNOŚCI			
TIN_U01	umie posługiwać się podstawowymi pojęciami teorii informacji oraz je interpretować	M2MCB_U10	Egzamin, kolokwium, aktywność

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
TIN_U02	potrafi wyznaczyć entropię prostych rozkładów dyskretnych i absolutnie ciągłych, wyznaczyć dla tych rozkładów entropię względną oraz informację wzajemną, umie wyznaczać rozkłady prawdopodobieństwa o maksymalnej entropii w danej klasie rozkładów, umie wyznaczyć intensywność entropii stacjonarnego procesu stochastycznego z czasem dyskretnym, w tym łańcucha Markowa	M2MCB_U10	Egzamin, kolokwium, aktywność
TIN_U03	umie stosować metody oparte na entropii w analizie tajności systemów kryptograficznych	M2MCB_U10	Egzamin, kolokwium, aktywność
TIN_U04	umie posługiwać się różnymi modelami źródła informacji i kanału komunikacyjnego, w zadanym modelu potrafi wyznaczyć entropię źródła oraz przepustowość kanału	M2MCB_U09	Egzamin, kolokwium, aktywność
TIN_U05	rozumie ograniczenia bezstratnej kompresji i optymalnego kodowania kanału, potrafi skonstruować optymalny kod dla źródła, umie zbadać istnienie optymalnego kodu o zadanych parametrach, umie stosować twierdzenie o optymalnym kodowaniu źródła i kanału	M2MCB_U10	Egzamin, kolokwium, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
TIN_K01	potrafi współdziałać i pracować w zespole, przyjmując w nim różne role	M2MCB_K01	prezentacja
TIN_K02	rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	M2MCB_K02	prezentacja

Teoria kategorii		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Kategorie, funktory i naturalne transformacje. 2. Diagramy. Granice i kogranice. 3. Sprzężenia i monady. Kategoria Kleisli. 4. Lemat Yonedy. Twierdzenie o funktorach sprzężonych	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
TK_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą głównych pojęć teorii kategorii (kategorie, (ko)granice, funktory, naturalne transformacje, sprzężenia, monady).	M2_W01 M2MCB_W01 M2MCB_W05	Kolokwia, aktywność
UMIEJĘTNOŚCI			
TK_U01	Potrafi dostrzec konstrukcje kategoryjne w różnych dziedzinach matematyki i informatyki teoretycznej.	M2MCB_U02 M2MCB_U03 M2MCB_U06	Kolokwia, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
TK_K01	Rozumie przydatność nabytej wiedzy i umiejętności do stawiania hipotez oraz z ich weryfikacji w możliwych zastosowaniach w teorii kategorii.	M2MCB_K02	Kolokwia, aktywność

Teoria złożoności		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	3	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Maszyna Turinga, niedeterminizm 2. Nierozstrzygalność, maszyny Turinga z i bez własności stopu 3. Klasy problemów P i NP 4. Twierdzenie Cooka-Levina, NP-zupełność 5. Redukowalność problemów obliczeniowych 6. ETH i redukcje wielomianowe 7. Inne modele obliczeniowe: RAM, rachunek lambda 8. Złożoność obliczeniowa w teorii liczb i kryptografii 9. Randomizacja 10. Złożoność pamięciowa 11. Sposoby radzenia sobie z problemami trudnymi obliczeniowo	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WCB_W01	Zna podstawowe modele obliczeń i klasy problemów obliczeniowych	M2MCB_W08	Kolokwium

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WCB_W02	Zna założenia teorii złożoności, na których opiera się bezpieczeństwo współczesnych protokołów kryptograficznych	M2MCB_W08	Kolokwium
UMIEJĘTNOŚCI			
WCB_U01	Potrafi przeprowadzić redukcję między dwoma problemami obliczeniowymi.	M2MCB_U15	Kolokwium
WCB_U02	Potrafi rozpoznać klasyczne problemy trudne obliczeniowo	M2MCB_U15	Kolokwium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WCB_K01	Potrafi szukać informacji w literaturze fachowej	M2MCB_K02	Kolokwium

Warsztaty z matematycznych metod cyberbezpieczeństwa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	15
Liczba ECTS:	3	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Poznanie środowiska Sage. 2. Analiza danego zagadnienia kryptograficznego, kodowego lub teorio-liczbowego oraz dobór algorytmów. 3. Przygotowanie specyfikacji algorytmu. 4. Stworzenie aplikacji. 5. Testowanie aplikacji. 6. Przygotowanie dokumentacji stworzonej aplikacji. 7. Prezentacja otrzymanych wyników oraz dyskusja	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WKK_W01	Zna wybrane algorytmy kodowania i dekodowania kodów cyklicznych, oraz podstawowe algorytmy kryptograficzne.	M2_W01-04 M2MCB_W03 M2MCB_W04	Raport pisemny
WKK_W02	Zna podstawowe twierdzenia, metody badawcze oraz algorytmy związane z problemami obliczeniowymi wykorzystywanymi w kryptografii.	M2_W01-04 M2MCB_W15	Raport pisemny
UMIEJĘTNOŚCI			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WKK_U01	Potrafi zaadoptować poznane algorytmy do rozwiązania konkretnego problemu dotyczącego bezbłędnej transmisji danych.	M2_U02-03 M2MCB_U02 M2MCB_U04 M2MCB_U07 M2MCB_U09	Projekt, prezentacja
WKK_U02	Potrafi zaadoptować poznane algorytmy do rozwiązania konkretnego zagadnienia kryptograficznego.	M2_U02-03 M2MCB_U04 M2MCB_U07 M2MCB_U09	Projekt, prezentacja
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WKK_K01	Ma umiejętność pracy w zespole, myślenia w sposób przedsiębiorczy i rozumie społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy oraz potrzebę jej rozwoju.	M2_K01 M2_K03 M2MCB_K01 M2MCB_K02	Projekt

Wprowadzenie do cyberbezpieczeństwa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	15
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. **Systemy cyber-fizyczne, cyberprzestrzeń i cyberbezpieczeństwo (2 godz.).** Cyberprzestrzeń; sieci, systemy i użytkownicy; systemy cyber-fizyczne; modelowanie systemów; współczesne sieci i systemy; trendy; wprowadzenie do dziedziny cyberbezpieczeństwa; co to znaczy „zajmuję się cyberbezpieczeństwem?", w kontekście: technicznym, naukowym, biznesowym, prawnym, ekonomicznym; model obszarów cyberbezpieczeństwa – zagadnienia, kompetencje i zawody; cyberbezpieczeństwo a bezpieczeństwo cybernetyczne. 2. **Podstawowe zagadnienia z dziedziny cyberbezpieczeństwa (2 godz.).** Pojęcia fundamentalne dla dziedziny – CIA (Confidentiality, Integrity, Availability); podatność, zagrożenie, skutek, ryzyko; systemowe podejście do cyberbezpieczeństwa; modelowanie zagrożeń i ocena ryzyka; podejście klasyczne do modelowania zagrożeń; nowe metodyki modelowania i testowania bezpieczeństwa w kontekście Advanced Persisent Threats; wprowadzenie do modelowania bezpieczeństwa cyberprzestrzeni metodyką Kill Chain. 3. **Zagrożenia w cyberprzestrzeni – metodyka Kill Chain: Rekonesans (2 godz.).** Pozyskiwanie informacji o celach – podejścia, techniki, biały wywiad; wprowadzenie do wyszukiwania podatności (Vulnerability Assesment) sieci i systemów; planowanie ataków – podejścia, techniki, wektory ataku; wpływ ataków; metody in. 4. **Zagrożenia w cyberprzestrzeni – metodyka Kill Chain: Techniki przygotowywania ataków i przełamywania zabezpieczeń; dystrybucja malware (2 godz.).** Złośliwe oprogramowanie (malware): rodzaje, podstawowe pojęcia, architektura; metody dystrybucji złośliwego	

	oprogramowania, w tym odniesienie do socjotechniki; warsztat analityka malware; wprowadzenie do klasycznych technik detekcji i analizy malware; nowe techniki detekcji i analizy malware; techniki unikania detekcji i utrudniania analizy malware. 5. Zagrożenia w cyberprzestrzeni – metodyka Kill Chain: Eksploitacja systemów, utrzymywanie dostępu i sterowanie atakami (2 godz.). Podstawowe techniki przełamywania zabezpieczeń systemów operacyjnych i systemów komputerowych; przejmowanie kontroli i wykonywanie arbitralnego oprogramowania; techniki utrzymywania złośliwego oprogramowania w systemie; tylne furtki; sieci Malware, czyli botnety: podstawowe pojęcia, elementy, architektura; komunikacja i sterowanie atakami. 6. Zagrożenia w cyberprzestrzeni – metodyka Kill Chain: Ataki – case studies. (2 godz.). Cele atakujących; trendy i case study: ransomware, IoT botnets, cryptojacking, steganografia, botnet-as-a-service; Cyber Warfare; grupy APT i ich metody działania; wpływ społeczno-ekonomiczny ataków w cyberprzestrzeni; prawo a cyberprzestępstwa; etyka a cyberprzestrzępstwa. 7. Metody i środki obrony przed współczesnymi atakami na sieci, systemy i użytkowników: bezpieczeństwo systemów i oprogramowania (4 godz.). Mechanizmy bezpieczeństwa w systemach: uwierzytelnienie, kontrola dostępu; polityki bezpieczeństwa; monitorowanie, utrzymywanie i odzyskiwanie systemów; projektowanie, modelowanie, testowanie, audyt systemów i oprogramowania w kontekście cyberbezpieczeństwa; test penetracyjny, audyt bezpieczeństwa; etapy testu penetracyjnego, techniki i warsztat pentestera; tworzenie raportu z pentestów; Red Teaming, Blue Teaming, Purple Teaming; inżynieria odwrotna. 8. Metody i środki obrony przed współczesnymi atakami na sieci, systemy i użytkowników: bezpieczeństwo danych (4 godz.). Kryptografia i kryptoanaliza; integralność i autentyczność danych; kontrola dostępu; protokoły bezpiecznej komunikacji; bezpieczeństwo przechowywania danych; prywatność; zastosowanie kryptografii w bezpieczeństwie systemów. 9. Metody i środki obrony przed współczesnymi atakami na sieci, systemy i użytkowników: bezpieczeństwo komunikacji (2 godz.). Dobre praktyki zabezpieczenia sieci teleinformatycznych; sprzęt i oprogramowanie dla bezpieczeństwa teleinformatycznego: IDS/IPS, firewall, secure gateways, systemy kontroli dostępu, systemy bezpiecznej łączności; monitoring komunikacji sieciowej; analiza ruchu sieciowego dla cyberbezpieczeństwa; honeypots/honeynets; aplikacje analityczne, systemy SIEM. 10. Metody i środki obrony przed współczesnymi atakami na sieci, systemy i użytkowników: kryminalistyka cyfrowa (4 godz.). Pojęcia podstawowe; pozyskiwanie danych śledczych z urządzeń cyfrowych: metody, zabezpieczanie materiału dowodowego, praca z materiałem dowodowym, akwizycja danych; pozyskiwanie danych śledczych jako strumieni komunikacji: kontekst sieci, systemów i użytkowników, przechwytywanie i analiza sieciowych strumieni komunikacji, przechwytywanie i analiza danych cyfrowych; techniki poszukiwań atakujących: biały wywiad, Dark Web, wywiad gospodarczy; Digital Forensics jako element zarządzania cyberbezpieczeństwem; aspekty prawne dochodzenia śledczego z dowodami cyfrowymi; metody

	kryminalistyki cyfrowej w kontekście prywatnym, compliance, spory prywatne. 11. **Metody i środki obrony przed współczesnymi atakami na sieci, systemy i użytkowników: bezpieczeństwo organizacyjne, społeczne i zarządzanie cyberbepieczeństwem (2 godz.)**. Organizacja systemów bezpieczeństwa i zarządzanie incydentami; zarządzanie ryzykiem; strategia i planowanie polityk bezpieczeństwa organizacji; zarządzanie ryzykiem; Threat Intelligence i bezpieczeństwo oparte o analitykę danych; zarządzanie tożsamością użytkowników i systemów; inżyniera społeczna; prywatność zachowania i danych użytkowników; normy w zakresie cyberbezpieczeństwa. 12. **Podsumowanie (2 godz.).** Cyberbezpieczeństwo sieci, systemów i użytkowników jako wielowymiarowy proces; podsumowanie przedmiotu jako analizy bezpieczeństwa cyberprzestrzeni metodyką Kill Chain; metody zarządzania obroną przed atakiem typu APT: rodzaje reakcji na poszczególne ataki, formułowanie strategii koncentrującej się na coraz wcześniejszym przerywaniu łańcucha; orientacja rozwoju kompetencji inżyniera cyberbezpieczeństwa na kierunku Cyberbezpieczeństwo. Zakres laboratorium: 1. Podstawy systemów operacyjnych i sieci teleinformatycznych 2. Pozyskiwanie informacji: rekonesans, skanowanie, 3. Testowanie bezpieczeństwa danych, aplikacji i systemów z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi. 4. Podstawy bezpieczeństwa systemów i oprogramowania 5. Wykorzystanie wirtualnej sieci komputerowej do wykonania ćwiczeń związanych zapewnianiem bezpieczeństwa cyberprzestrzeni. Realizacja zadania będzie obejmowała monitorowanie sieci i systemów, implementację mechanizmów bezpieczeństwa sieci i systemów oraz modelowania i symulowania zagrożeń w celu przetestowania wprowadzonych mechanizmów i zebrania dowodów wykonania ataków.
Aktualizacja	2021

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WCB_W01	Ma wiedzę dotyczącą fundamentalnych pojęć z zakresu cyberbezpieczeństwa	M2MCB_W02 M2_W04	Kolokwium pisemne
WCB_W02	Ma wiedzę z zakresu mechanizmów stosowanych w złośliwym oprogramowaniu i sieciach botnet	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne
WCB_W03	Ma podstawową wiedzę z zakresu testów penetracyjnych	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne, zajęcia laboratoryjne
WCB_W04	Ma podstawową wiedzę z zakresu kryminalistyki cyfrowej	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne
WCB_W05	Ma podstawową wiedzę z obszaru środków technicznych zapewniających cyberbezpieczeństwo sieci, systemów i użytkowników	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne, zajęcia laboratoryjne

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WCB_W06	Ma podstawową wiedzę z obszaru bezpieczeństwa komunikacji w sieciach teleinformatycznych	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne, zajęcia laboratoryjne
WCB_W07	Ma podstawową wiedzę z zakresu modelowania zagrożeń w cyberprzestrzeni	M2MCB_W02	Kolokwium pisemne, zajęcia laboratoryjne
WCB_W08	Ma podstawową wiedzę z zakresu zarządzania cyberbezpieczeństwem i aspektów społecznych w cyberprzestrzeni	M2MCB_W02 M2_W04	Kolokwium pisemne
UMIEJĘTNOŚCI			
WCB_U01	Potrafi przygotować środowisko pracy badacza cyberbezpieczeństwa systemów i sieci	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U02	Potrafi przeprowadzić podstawowy test bezpieczeństwa zgodnie z przyjętą metodyką	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U03	Potrafi stworzyć dokumentację z testów bezpieczeństwa zgodnie z przyjętą metodyką i wymaganiami	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U04	Potrafi modelować zagrożenia w cyberprzestrzeni zgodnie z metodyką Cyber Kill Chain	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U05	Potrafi stosować środki techniczne zapewniające cyberbezpieczeństwo sieci, systemów i użytkowników	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U06	Potrafi skonfigurować i zabezpieczyć system końcowy lub oprogramowanie przed zagrożeniami w cyberprzestrzeni	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U07	Potrafi zweryfikować w podstawowym zakresie czy system końcowy lub oprogramowanie mogą być zagrożone cyberatakami	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U08	Potrafi w podstawowym zakresie przeprowadzić analizę zdarzeń w sieci i systemach w kierunku odkrycia niepożądanych akcji i anomalii	M2MCB_U05	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie
WCB_U09	Potrafi rozwiązywać zadania formułowane na bieżąco, komunikować wnioski i opinie, prowadzić na ich temat dyskusję i przekonywać innych	M2MCB_U05 M2_W04	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie, prezentacja
WCB_U10	Potrafi przygotować i przeprowadzić prezentację dotyczącą zagadnień technicznych związanych z problemem rozwiązywanym na bieżąco	M2MCB_U05 M2_W04	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie, prezentacja
WCB_U11	Potrafi krytycznie analizować dostępną literaturę z zakresu domeny wiedzy	M2MCB_U05 M2_W04	Zajęcia laboratoryjne, sprawozdanie, prezentacja
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WCB_K01	Ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy	M2MCB_K01	Zajęcia laboratoryjne, wykład
WCB_K02	Ma orientację zawodową w obszarze inżynierii cyberbepieczeństwa i jest świadomy procesu uczenia się w kierunku zwiększania kompetencji w tym obszarze	M2_W04 M2_K01 M2_K03	Zajęcia laboratoryjne, wykład
WCB_K03	Ma świadomość uwarunkowań etycznych i prawnych związanych z działalnością naukową, dydaktyczną, wdrożeniową i biznesową.	M2_K04	Zajęcia laboratoryjne, wykład

Wprowadzenie do współczesnej kryptologii		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Systemy kryptograficzne. Podstawowe pojęcia kryptografii i kryptoanalizy. 2. Bezpieczeństwo kryptograficzne (oszacowanie, uzyskiwanie i dowodzenie bezpieczeństwa; rodzaje ataków): a. Idealne szyfrowanie – szyfry z kluczem jednorazowym. b. Generatory kluczy – podkreślenie znaczenia entropii. 3. Szyfrowanie kluczem prywatnym (symetryczne): a. Tryby szyfrowania. b. Szyfry blokowe: DES, AES (implementacje, bezpieczeństwo). c. Szyfry strumieniowe. 4. Funkcje skrótu. 5. Szyfrowanie uwierzytelnione (algorytmy chroniące poufność i autentyczność), MAC. 6. Szyfrowanie kluczem publicznym (asymetryczne). Uzgodnienie klucza (Diffie-Hellman). 7. Podpis cyfrowy (RSA i DSA). 8. Zastosowanie krzywych eliptycznych. 9. Protokół SSL/TLS. 10. Protokoły kryptograficzne: inne i weryfikacja poprawności. 11. Kryptografia postkwantowa (informacyjnie: algorytm Shora; kryptografia na kratach).	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WWK_W01	Ma wiedze o formalnych podstawach kryptologii i uwarunkowań modeli kryptologicznych	M2_W01 M2_W02 M2_W03 M2_W04 M2MCB_W01 M2MCB_W04	Kolokwium,
WWK_W02	Ma wiedzę o aktualnych metodach oceny bezpieczeństwa algorytmów i protokołów kryptograficznych wykorzystujących modelowanie matematyczne.	M2_W01 M2_W02 M2_W03 M2_W04 M2MCB_W01 M2MCB_W04	Kolokwium
WWK_W03	Ma wiedzę w zakresie zastosowania struktur algebraicznych w konstrukcji algorytmów i prokotołów kryptograficznych.	M2_W01 M2_W02 M2_W03 M2_W04 M2MCB_W01 M2MCB_W04	Kolokwium
WWK_W04	Ma wiedzę o nowoczesnych kierunkach rozwoju kryptologii.	M2_W03	Kolokwium
UMIEJĘTNOŚCI			
WWK_U01	Potrafi ocenić bezpieczeństwo podstawowych prymitywów kryptograficznych.	M2MCB_U03 M2MCB_U04	Kolokwium, Sprawozdanie
WWK_U02	Potrafi budować i stosować modele matematyczne w ocenie bezpieczeństwa algorytmów i protokołów kryptograficznych.	M2MCB_U03 M2MCB_U04	Kolokwium, Sprawozdanie
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WWK_K01	Rozumie przydatność i znaczenie nabytej wiedzy w obszarze bezpieczeństwa cyfrowego oraz jego znaczenie społeczne	M2MCB_K02	Sprawozdanie

Specjalność: Matematyka w naukach technicznych

W planie studiów są

- przedmioty obowiązkowe, z których student może uzyskać 87 ECTS, w tym seminarium za 2 ECTS, seminarium dyplomowe za 2 ECTS oraz praca dyplomowa za 20 ECTS, które podlegają wyborowi przez studenta
- przedmioty obieralne, z których student może uzyskać 33 ECTS, w tym również przedmioty humanistyczne (5 ECTS).

3 ECTS za praktyki studenckie nie są wliczane do nominalnej liczbą punktów ECTS, jakie trzeba zdobyć podczas trwania studiów.

Analiza matematyczna w przestrzeniach metrycznych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0

	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Miara i wymiar Hausdroffa Metryka Hausdorffa Twierdzenie Stone-Weierstrassa Miary podwajające Twierdzenie Lebesguea o różniczkowaniu całki Twierdzenie o funkcjach maksymalnych Przestrzenie funkcyjne	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
AMP_W01	Zna twierdzenie o funkcjach maksymalnych.	M2MNT_W15	Egzamin
AMP_W02	Ma wiedzę z zakresu przestrzeni podwajających oraz miar podwajających.	M2MNT_W15 M2_W01	Egzamin
AMP_W03	Zna lemat pokryciowy.	M2MNT_W15	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
AMP_U01	Potrafi szacować wymiar Hausdorffa wybranych zbiorów.	M2MNT_U15 M2_U01	Egzamin
AMP_U02	Potrafi stosować twierdzenie Stone-Weierstrassa.	M2MNT_U15 M2_U02	Egzamin
AMP_U03	Potrafi posługiwać się metryką Hausdorffa	M2MNT_U15 M2_U01	Egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
AMP_K01	Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie	M2MNT_K01	Aktywność na ćwiczeniach

Metody analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	60
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	7	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Twierdzenia o śladzie i o przedłużaniu w przestrzeniach Sobolewa. 2. Twierdzenia o ciągłych i zwartych włożeniach w przestrzeniach Sobolewa. 3. Słabe rozwiązania liniowych równań eliptycznych drugiego rzędu. 4. Podnoszenie regularności słabych rozwiązań liniowych równań eliptycznych drugiego rzędu. 5. Charakteryzacja widma symetrycznego operatora eliptycznego. 6. Podrozwiązania i nadrozwiązania równań eliptycznych drugiego rzędu. Zasady maksimum. 7. Przestrzenie funkcyjne związane z analizą równań ewolucyjnych.	

	8. Słabe rozwiązania liniowych równań parabolicznych drugiego rzędu. 9. Aproksymacja Galerkina zagadnienia początkowo-brzegowego związanego z operatorem parabolicznym i twierdzenie o zbieżności tej aproksymacji. 10. Podniesienie regularności słabych rozwiązań liniowych równań parabolicznych drugiego rzędu. 11. Podrozwiązania i nadrozwiązania równań parabolicznych. Zasady maksimum. 12. Liniowe operatory hiperboliczne z ograniczonymi współczynnikami. 13. Półgrupy operatorów jako narzędzie w analizie równań ewolucyjnych. 14. 14. Twierdzenie Hille'a-Yosidy i jego zastosowanie w analizie równań ewolucyjnych.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MAF_W01	Zna własności funkcji z przestrzeni Sobolewa.	M2MNT_W01 M2_W01	Kolokwium, formułowanie zadań do rozwiązania przez studentów podczas ćwiczeń, pytania sprawdzające i dyskusja podczas zajęć , egzamin pisemny
MAF_W02	Zna metody analizy słabych rozwiązań liniowych równań eliptycznych drugiego rzędu .	M2MNT_W03 M2MNT_W01 M2_W02	Kolokwium, formułowanie zadań do rozwiązania przez studentów podczas ćwiczeń, pytania sprawdzające i dyskusja podczas zajęć , egzamin pisemny

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MAF_W03	Zna metody analizy słabych rozwiązań liniowych równań parabolicznych drugiego rzędu.	M2MNT_W03 M2MNT_W02	Kolokwium, formułowanie zadań do rozwiązania przez studentów podczas ćwiczeń, pytania sprawdzające i dyskusja podczas zajęć , egzamin pisemny
UMIEJĘTNOŚCI			
MAF_U01	Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w analizie jakościowej rozwiązań liniowych eliptycznych równań drugiego rzędu.	M2MNT_U01 M2MNT_U02	Kolokwium, formułowanie zadań do rozwiązania przez studentów podczas ćwiczeń, pytania sprawdzające i dyskusja podczas zajęć , egzamin pisemny
MAF_U02	Potrafi zastosować poznane metody w analizie konkretnych równań parabolicznych drugiego rzędu.	M2MNT_U01 M2MNT_U02	Kolokwium, formułowanie zadań do rozwiązania przez studentów podczas ćwiczeń, pytania sprawdzające i dyskusja podczas zajęć , egzamin pisemny
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MAF_K01	Rozumie potrzebę zdobywania wiedzy o metodach analizy funkcjonalnej w równaniach różniczkowych cząstkowych i umie organizować jej zdobywanie.	M2MNT_K01	

Modelowanie inżynierskie		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	

Status przedmiotu:	Obowiązkowy
Treści programowe:	*Część 1.* Matematyka w teorii konstrukcji 1. Matematyka z inżynierskiego punktu widzenia. 2. Identyfikacja problemów matematycznych w zagadnieniach inżynierskich. 3. Przegląd wybranych problemów zastosowań inżynierskich matematyki. 4. Zastosowania Metody Elementów Skończonych (MES). 5. Model przemieszczeniowy MES. 6. Modele mieszane MES. *Część 2.* Modelowanie złożonych układów dynamicznych 1. Wprowadzenie do języków modelowania układów dynamicznych. 2. Układy równań różniczkowo-algebraicznych o wyższym indeksie. Procedura inicjalizacji układu równań różniczkowo-algebraicznych. 3. Równania sprzężone dla uwikłanego układu równań różnicowych. 4. Analiza wrażliwościowa układu równań różniczkowo-algebraicznych. 5. Język modelowania układów dynamicznych Modelica. *Część 3.* Wprowadzenie do obliczeniowej mechaniki płynów 1. Nieliniowe równania hiperboliczne i powstawanie nieciągłości rozwiązania (np. fal uderzeniowych), rozwiązania słabe i szybkość propagacji nieciągłości, zagadnienie Riemanna i trwałość nieciągłości, sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze. 2. Dyskretyzacja nieliniowych równań hiperbolicznych (zachowanie schematów klasycznych), twierdzenie Godunova i schematy monotoniczne. 3. Wariacyjne sformułowanie zagadnienia początkowo-brzegowego dla równania Stokesa i Navera-Stokesa. Warianty warunków zasadniczych i naturalnych. 4. Dyskretyzacja zagadnienia uogólnionego dla równań Stokesa i Naviera-Stokesa metodą elementów skończonych i spektralnych elementów skończonych, warunek LBB i jego znaczenie, właściwości i metody rozwiązywania zagadnień algebraicznych otrzymanych w wyniku dyskretyzacji, metoda Operator-Integration-Factor-Splitting. 5. Analiza numeryczna wybranych przypadków ruchu płynu w środowisku MATLAB z wykorzystaniem QuickerSim CFD toolbox (wersja niekomercyjne) – ćwiczenia laboratoryjne.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MI_W01	Zna i rozumie podstawowe pojęcia stosowane w wybranych naukach inżynierskich.	M2MNT_W04 M2MNT_W05 M2_W01	Aktywność, sprawozdania
MI_W02	Zna przykładowe zastosowania matematyki w inżynierii.	M2MNT_W01 M2MNT_W02 M2_W02	Aktywność, sprawozdania

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MI_W03	Zna podstawy wiedzy w zakresie właściwości i metod rozwiązywania współczesnych problemów inżynierskich.	M2MNT_W01 M2MNT_W02 M2MNT_W07 M2_W01	Aktywność, sprawozdania
UMIEJĘTNOŚCI			
MI_U01	Umie wyszukać i opracować informacje na temat złożonych problemów fizycznych.	M2MNT_U02 M2MNT_U04 M2_U01	Prezentacja, sprawozdania
MI_U02	Umie zastosować algorytmy obliczeniowe (w wybranych językach programowania) w zadaniach inżynierskich.	M2MNT_U01	Prezentacja, sprawozdania
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MI_K01	Potrafi pracować w grupie.	M2MNT_K01 M2_K01	Sprawozdanie
MI_K02	Rozumie proces postępu w dziedzinach modelowania złożonych problemów fizycznych oraz konieczność ciągłego samokształcenia.	M2MNT_K01 M2_K01	Sprawozdanie

Modelowanie ośrodków ciągłych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	60
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Opis Eulera i Lagrange'a ośrodka ciągłego. 2. Podstawowe prawa dynamiki ośrodka ciągłego. 3. Tensor naprężenia Cauchy'ego i jego symetria. 4. Równanie ruchu ośrodka ciągłego. 5. Miara odkształcenia ośrodka ciągłego. 6. Związki konstytutywne w mechanice ośrodków ciągłych. 7. Równania opisujące odkształcenia płynów. 8. Równania ruchu odkształcalnego ciała stałego. 9. Wstęp do rachunku wariacyjnego funkcji wielu zmiennych. Równanie Eulera-Lagrange'a. 10. Wypukłość a słaba półciągłość dolna funkcjonałów całkowych. 11. Twierdzenie o słabej ciągłości wyznacznika i pojęcie poliwypukłości. 12. Teoria Johna Balla analizy stanów stacjonarnych materiałów hipersprężystych. 13. Podstawy liniowej teorii sprężystości i nierówność Korna. 14. 14. Podstawy analizy równań mechaniki ośrodków nieprężystych.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MOC_W01	Zna podstawowe prawa dynamiki ośrodka ciągłego.	M2MNT_W04 M2_W01	Egzamin pisemny
MOC_W02	Zna znaczenie pojęcia związków konstytutywnych w mechanice ośrodków ciągłych.	M2MNT_W05 M2_W02	Egzamin pisemny
MOC_W03	Zna podstawowe równania ruchu odkształcalnego ciała stałego.	M2MNT_W05 M2_W01	Egzamin pisemny
MOC_W04	Zna podstawowe pojęcia rachunku wariacyjnego funkcji wielu zmiennych.	M2MNT_W07 M2_W03	Egzamin pisemny
MOC_W05	Zna pojęcie poliwypukłości i rozumie jego znaczenie w mechanice ciała stałego.	M2MNT_W06 M2_W03	Egzamin pisemny
MOC_W06	Zna nierówność Korna i jej zastosowania.	M2MNT_W04	Egzamin pisemny
UMIEJĘTNOŚCI			
MOC_U01	Potrafi wykorzystać poliwypukłość energii wewnętrznej w analizie stanów stacjonarnych mechaniki ciała stałego.	M2MNT_U06	Egzamin pisemny
MOC_U02	Potrafi zastosować nierówność Korna w analizie równań liniowej teorii sprężystości.	M2MNT_U05	Egzamin pisemny
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MOC_K01	Rozumie praktyczne zastosowanie modelowania ośrodków ciągłych.	M2MNT_K01, M2_K01	Aktywność na zajęciach

Praca dyplomowa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	
	Ćwiczenia	
	Laboratorium	
	Projekt	
Liczba ECTS:	20	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Student wykonujący dyplomową pracę magisterską ma wykazać się pogłębioną znajomością podstawowej wiedzy teoretycznej w dziedzinie matematyki oraz umiejętnością rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych, badawczych, obliczeniowych i eksperymentalnych.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
W2_01	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki i kierunków pokrewnych w zakresie tematyki przygotowywanej pracy dyplomowej.	M2_W01 M2_W03	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
W2_02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
UMIEJĘTNOŚCI			
U2_01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	M2_U01-02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
U2_02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji zadania badawczego oraz potrafi przygotować opracowanie zawierające prezentację i omówienie tych wyników raz poprowadzić dyskusję na ten temat	M2_U01-02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K2_01	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
K2_02	Potrafi myśleć w sposób kreatywny i twórczy. Posiada zdolność do kontynuacji kształcenia oraz świadomość potrzeby samokształcenia w ramach procesu kształcenia ustawicznego (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)	M2_K03 M2MNT_K01	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna, dyskusja

Problemy nieliniowe w technice		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	

Status przedmiotu:	Obowiązkowy
Treści programowe:	1. Równania Eulera-Lagrange'a. 2. Minimalizacja funkcjonałów całkowych w przypadku skalarnym i wektorowym. 3. Zagadnienia wariacyjne z więzami całkowymi i twierdzenie o mnożniku Lagrange'a. 4. Przykłady zagadnień wariacyjnych z więzami punktowymi. 5. Twierdzenie o przełęczy górskiej. 6. Zastosowania twierdzenia o przełęczy górskiej. 7. Elementy analizy wypukłej. 8. Subróżniczka funkcji wypukłej o wartościach w przestrzeni Hilberta. 9. Wykorzystanie monotoniczności w analizie nieliniowych problemów. 10. Twierdzenie Banacha o Punkcie Stałym i jego zastosowania w nieliniowych równaniach cząstkowych. 11. Twierdzenie Schaudera i twierdzenie Schaefera w praktycznych zastosowaniach. 12. Informacja o rozwiązaniach lepkościowe skalarnych nieliniowych równań cząstkowych.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PNT_W01	Zna sposoby analizy zagadnień wariacyjnych.	M2MNT_W07 M2_W03	Egzamin pisemny
PNT_W02	Zna twierdzenie o przełęczy górskiej.	M2MNT_W07 M2_W01	Egzamin pisemny
PNT_W03	Zna metody punktu stałego w analizie nieliniowych problemów.	M2MNT_W08 M2_W03	Egzamin pisemny
PNT_W04	Zna pojęcie subróżniczki funkcji wypukłej.	M2_W01	Egzamin pisemny
UMIEJĘTNOŚCI			
PNT_U01	Potrafi zanalizować konkretne zagadnienie wariacyjne.	M2MNT_U07	Egzamin pisemny
PNT_U02	Potrafi stosować poznane twierdzenia o punktach stałych w analizie konkretnych problemów nieliniowych.	M2MNT_U08	Egzamin pisemny
PNT_U03	Potrafi rozpoznać i wykorzystać monotoniczne nieliniowości w studiowaniu zagadnień brzegowo-początkowych..	M2MNT_U09	Egzamin pisemny
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
PNT_K01	Rozumie praktyczną potrzebę analizy nieliniowych zagadnień modelowanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi.	M2MNT_K01 M2_K01	Aktywność na ćwiczeniach

Równania Naviera-Stokesa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30

	Laboratorium	5
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Przedstawienie matematycznych modeli mechaniki płynów newtonowskich. 2. Stacjonarne równania Stokesa: istnienie, jednoznaczność i regularność rozwiązań zagadnień brzegowych w obszarach ograniczonych i nieograniczonych. 3. Stacjonarne równania Naviera-Stokesa: – istnienie i jednoznaczność słabego rozwiązania zagadnienia Dirichleta w obszarze ograniczonym – regularność rozwiązania zagadnienia Dirichleta w obszarze ograniczonym. 4. Niestacjonarne równania Stokesa: istnienie, jednoznaczność i regularność rozwiązań zagadnień początkowo-brzegowych. 5. Niestacjonarne równania Naviera-Stokesa: – istnienie słabych rozwiązań zagadnienia początkowo-brzegowego w n-wymiarowym obszarze dla n 4 i dla dowolnego czasu – regularność i jednoznaczność rozwiązania w przypadku, gdy n=2 – związek między regularnością i jednoznacznością rozwiązania w przypadku, gdy n=3 – regularność i jednoznaczność rozwiązań w przypadku trójwymiarowym dla dowolnego czasu i przy dostatecznie małych danych – regularność i jednoznaczność rozwiązań w przypadku trójwymiarowym dla dostatecznie małego czasu i dla dowolnych danych. 6. Zachowanie się rozwiązań niestacjonarnych równań Naviera-Stokesa dla dużych czasów: – wprowadzenie pojęć globalnego atraktora półgrupy i zbioru pochłaniającego – twierdzenie o istnieniu globalnego atraktora półgrupy – istnienie globalnego atraktora dla równań Naviera-Stokesa w przypadku, gdy n=2.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
RNS_W01	Zna podstawy teorii istnienia słabych rozwiązań równań Naviera-Stokesa.	M2MNT_W09	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
RNS_W02	Zna metody podnoszenia regularności słabych rozwiązań równania Naviera-Stokesa i ich praktyczne zastosowanie.	M2MNT_W10	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
RNS_W03	Zna twierdzenia o śladach dla przestrzeni Sobolewa.	M2MNT_W09	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
RNS_U01	Potrafi zanalizować problem Stokesa w różnych geometriach i różnych przestrzeniach funkcyjnych.	M2MNT_U10	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
RNS_U02	Umie wykorzystać zwartość w analizie jakościowej równania Naviera-Stokesa.	M2MNT_U11	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
RNS_U03	Umie zastosować metodę Galerkina w dowodzeniu istnienia rozwiązań równań Naviera-Stokesa.	M2MNT_U01	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
RNS_K01	Potrafi współdziałać w grupie.	M2MNT_K01	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin
RNS_K02	Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie.	M2MNT_K01	Dyskusja podczas zajęć, referaty wygłaszane przez studentów, egzamin

Seminarium i Seminarium dyplomowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad tekstem naukowym.	

	2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SEM_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie równań różniczkowych cząstkowych i ich zastosowań.	M2_W01, M2_W02 M2_W03	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność
SEM_W02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność
UMIEJĘTNOŚCI			
SEM_U01	Potrafi przedstawić tekst naukowy w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność
SEM_U02	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	M2_U02	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SEM_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2MNT_K01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność
SEM_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu, aktywność

Teoria chaosu determistycznego		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	45
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	

Treści programowe:	1. Rozmaitości niezmiennicze i zbiory graniczne, stabilność. 2. Cykle graniczne. 3. Układy hamiltonowskie. 4. Bifurkacje. 5. Chaos i atraktory. 6. Przekształcenia Poincarégo. 7. Przekształcenie Hénona. 8. Dynamika symboliczna i łańcuchy Markowa.
Aktualizacja	2019

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
TCD_W01	Zna pojęcia dynamiki topologicznej: rozmaitości niezmiennicze, zbiory graniczne, stabilność	M2MNT_W12	Egzamin
TCD_W02	Zna główne typy bifurkacji w układach dynamicznych	M2MNT_W11	Egzamin
TCD_W03	Zna pojęcia chaosu, atraktora, oraz modele matematyczne, w których chaos się pojawia	M2MNT_W14	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
TCD_U01	Potrafi określić analitycznie i przy użyciu komputera chaotyczne aspekty dynamiki zadanego modelu	M2MNT_U14	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
TCD_U02	Potrafi zidentyfikować bifurkacje i przeanalizować zmiany portretów fazowych przy zmianie parametrów modelu.	M2MNT_U13	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
UD_K01	Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie.	M2MNT_K01	Egzamin

Układy dynamiczne		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Badanie lokalnej dynamiki: – Twierdzenie Grobmana-Hartmana o linearyzacji. – Twierdzenie Hadamarda-Perrona o istnieniu lokalnych rozmaitości niezmienniczych stabilnych i niestabilnych. 2. Nietrywialne zbiory hiperboliczne. 3. Dynamika symboliczna. 4. Strukturalna stabilność 5. Bifurkacja siodło-węzeł, bifurkacja podwajania okresu. 6. Nieskończony ciąg bifurkacji Feingenbauma. 7. Dynamika holomorficzna:	

	– Zbiory Julii i Fatou – Lokalna dynamika w otoczeniu punktów stałych i okresowych – Klasyfikacja składowych okresowych i tw. Sullivana – Zbiór Mandelbrota – Przekształcenia quasikonforemne
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
UD_W01	Zna klasyfikację punktów okresowych, lokalną dynamikę w ich otoczeniu oraz przykłady nietrywialnych zbiorów hiperbolicznych. Zna warunki konieczne i dostateczne do strukturalnej stabilności niskowymiarowych układów dynamicznych.	M2MNT_W12	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
UD_W02	Zna podstawowe bifurkacje: siodło węzeł i podwajania okresu oraz klasy układów dyskretnych w których zachodzą wymienione bifurkacje.	M2MNT_W11	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
UD_W03	Zna rodzinę logistyczną w której zachodzi nieskończony ciąg bifurkacji podwajania okresu zwany bifurkacją Feingenbauma. Zna definicję i własności zbioru Mandelbrota.	M2MNT_W13	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
UMIEJĘTNOŚCI			
UD_U01	Potrafi metodami analitycznymi lub przy wsparciu komputera zidentyfikować bifurkacje i przeanalizować zmiany portretów fazowych w efekcie zaburzeń lokalnych i globalnych.	M2MNT_U13	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
UD_U02	Umie kodować dynamikę w terminach dynamiki symbolicznej.	M2MNT_U12	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
UD_K01	Rozumie potrzebę i istotę zdobywania wiedzy i umie organizować jej zdobywanie.	M2MNT_K02. M2_K01	Egzamin, aktywność na ćwiczeniach

Warsztaty badawcze 1		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Treści przedstawiane na **wykładzie** obejmują: 1. Wprowadzenie do metod różnic skończonych w zagadnieniach dla równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu. (2h)	

	2. Własności schematów różnicowych i warunek CFL zbieżności schematu. (4h) 3. Rząd zbieżności schematów różnicowych z uwzględnieniem warunków brzegowych. Algorytm Thomasa rozwiązywania układów trójdiagonalnych. (4h) 4. Analiza fourierowska w równaniach różniczkowych. (2h) 5. Analiza von Neumanna w metodach różnic skończonych, warunki stabilności schematów. (2h) 6. Metoda różnic skończonych w równaniach parabolicznych ze szczególnym uwzględnieniem równania konwekcji-dyfuzji. (6h) 7. Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu typu hiperbolicznego, schematy różnicowe w problemach wielowymiarowych. (4h) 8. Schematy różnicowe dla równań eliptycznych. (4h) 9. Metody iteracyjne dla rzadkich układów liniowych. (2h) Zagadnienia poruszane na **ćwiczeniach** są związane z wykładem (proste dowody niektórych twierdzeń, wyprowadzanie własności schematów różnicowych i opracowywanie praktycznych algorytmów dla metod różnic skończonych) i będą omawiane na bieżąco w powiązaniu z treściami przedstawianymi na wykładzie. Podczas **laboratorium** studenci będą implementować w środowisku MATLAB algorytmy podane podczas wykładu i zbadane (teoretycznie) podczas ćwiczeń, co pozwoli na zilustrowanie udowadnianych twierdzeń i własności.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WB1_W01	Zna metody numerycznego przybliżania równań różniczkowych cząstkowych za pomocą różnic skończonych.	M2MNT_W04 M2MNT_W16 M2_W02 M2_W03	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
WB1_W02	Zna metody analizy własności numerycznych algorytmów rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych z wykorzystaniem różnic skończonych.	M2MNT_W03 M2MNT_W16	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
UMIEJĘTNOŚCI			
WB1_U01	Umie zastosować metodę aproksymacji rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych za pomocą różnic skończonych.	M2MNT_U03 M2_U02	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WB1_U02	Potrafi zastosować metody analizy numerycznej do zbadania własności schematów różnicowych dla równań różniczkowych cząstkowych.	M2MNT_U02 M2MNT_U03 M2_U03	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
WB1_U03	Potrafi zaimplementować metody różnic skończonych dla równań różniczkowych cząstkowych w środowisku MATLAB i zinterpretować uzyskane wyniki.	M2MNT_U03 M2_U03	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych, przedstawianie wyników przed grupą
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WB1_K01	Potrafi współdziałać w zespole.	M2MNT_K01 M2_K03	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych, przedstawianie wyników przed grupą
WB1_K02	Rozumie potrzebę zdobywania wiedzy, umie organizować jej zdobywanie i rozumie potrzebę jej praktycznego stosowania.	M2MNT_K01 M2_K02	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych, przedstawianie wyników przed grupą

Warsztaty badawcze 2		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Treści przedstawiane na **wykładzie** obejmują: 1. Metody bezpośrednia rozwiązywania układu równań Naviera-Stokesa w przypadku dwuwymiarowym. (2h) 2. Metoda funkcji wirowości i strumienia oraz odzyskiwanie informacji o ciśnieniu. (6h) 3. Zachowawcze metody różnic skończonych dla nieliniowych praw zachowania (6h) 4. Twierdzenie Laxa-Wendroffa. (2h)	

	5. Stabilność rozwiązań w zagadnieniach nieliniowych. (6h) 6. Metody rozwiązywanie równań Naviera-Stokesa w trzech wymiarach. (8h) Zagadnienia poruszane na **ćwiczeniach** są związane z wykładem (proste dowody niektórych twierdzeń, wyprowadzanie własności schematów różnicowych i opracowywanie praktycznych algorytmów) i będą omawiane na bieżąco w powiązaniu z treściami przedstawianymi na wykładzie. Podczas **laboratorium** studenci będą implementować w środowisku MATLAB oraz wybranym języku programowania wysokiego poziomu algorytmy podane podczas wykładu i zbadane (teoretycznie) podczas ćwiczeń, co pozwoli na zilustrowanie udowadnianych twierdzeń i własności.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WB2_W01	Zna metody numerycznego przybliżania układu równań Naviera-Stokesa za pomocą różnic skończonych.	M2MNT_W09 M2MNT_W16 M2_W02-03	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
WB2_W02	Zna metody analizy własności numerycznych algorytmów rozwiązywania układu równań Naviera-Stokesa.	M2MNT_W03 M2MNT_W16	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
WB2_W03	Zna metody numerycznego przybliżania jednowymiarowych nieliniowych praw zachowania.	M2MNT_W04 M2MNT_W16 M2_W02-03	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
UMIEJĘTNOŚCI			
WB2_U01	Umie zastosować metodę aproksymacji rozwiązań układu równań Naviera-Stokesa oraz nieliniowych praw zachowania za pomocą różnic skończonych.	M2MNT_U03 M2MNT_U10 M2_U02	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy
WB2_U02	Potrafi zastosować metody analizy numerycznej do zbadania własności schematów różnicowych dla układu równań Naviera-Stokesa oraz nieliniowych praw zachowania.	M2MNT_U02 M2MNT_U03 M2MNT_U10 M2_U03	Udział w dyskusji podczas zajęć, rozwiązywanie zadań przy tablicy

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WB2_U03	Potrafi zaimplementować metody różnic skończonych dla rozważanych zagadnień w środowisku MATLAB oraz wybranym języku wysokiego poziomu i zinterpretować uzyskane wyniki.	M2MNT_U03, M2_U03	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WB2_K01	Potrafi współdziałać w zespole.	M2MNT_K01 M2_K03	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą
WB2_K02	Rozumie potrzebę zdobywania wiedzy, umie organizować jej zdobywanie i rozumie potrzebę jej praktycznego stosowania.	M2MNT_K01 M2_K02	Sprawozdania (w formie kodów programów) z zajęć laboratoryjnych oraz projektu, zreferowanie wyników projektu przed grupą

Wprowadzenie do termomechaniki ciał odkształcalnych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	300
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Wprowadzenie (podstawowe pojęcia, opis ciągły i dyskretny). Podstawy algebry i analizy tensorowej. Ruch ciała, deformacja, obrót sztywny, odkształcenie. Zasada zachowania masy. Opis stanu naprężenia. Zasady zachowania pędu, momentu pędu, energii mechanicznej. Równania konstytutywne (sprężystość, lepko-sprężystość, sprężysto-plastyczność). Sformułowanie lokalne zagadnienia nieliniowej mechaniki ciała odkształcalnego. Zagadnienia przewodnictwa ciepła. Sprzężenia termo-mechaniczne - sformułowanie lokalne zagadnienia nieliniowej termo-	

	mechaniki ciała odkształcalnego. Zasady i sformułowania wariacyjne zagadnień termomechaniki.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WTCO_W01	Zna podstawy teoretyczne analizy i algebry tensorów i ich zastosowania do opisu deformacji i stanu naprężeń w kontinuum materialnym	M2_W01	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
WTCO_W02	Zna sformułowania równań termomechaniki kontinuum materialnego i podstawy przybliżonych metod ich numerycznego rozwiązywania	M2_W05	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
UMIEJĘTNOŚCI			
WTCO_U1	Potrafi posługiwać się pojęciami rachunku tensorowego i interpretować je dla wielkości fizycznych pojawiających się w zagadnieniach mechaniki ciał odkształcalnych	M2_U01	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
WTCO_U2	Potrafi sformułować równania różniczkowe dla konkretnego zagadnienia termomechaniki ciał odkształcalnych i zaproponować metodę ich numerycznego rozwiązania, uwzględniającą specyfikę danego zagadnienia	M2_U01	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
WTCO_U3	Potrafi samodzielnie określić kierunki dalszego uczenia się	M2_U02	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WTCO_K1	Posiada zdolność do kontynuacji kształcenia oraz świadomość potrzeby samokształcenia	M2_K01	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu
WTCO_K2	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, samodzielnie formułować i rozwiązywać zagadnienia zastosowań informatyki w technice	M2_K01	ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

Specjalność: Matematyka w ubezpieczeniach i finansach

W planie studiów są

- przedmioty obowiązkowe, z których student może uzyskać 85 ECTS, w tym dwa seminaria z Modelowania stochastycznego rynków finansowych i ubezpieczeniowych za 6 ECTS, seminarium za 2 ECTS, seminarium dyplomowe za 2 ECTS oraz praca dyplomowa za 20 ECTS, które podlegają wyborowi przez studenta
- przedmioty obieralne, z których student może uzyskać 35 ECTS, w tym również przedmioty humanistyczne (5 ECTS).

3 ECTS za praktyki studenckie nie są wliczane do nominalnej liczbą punktów ECTS, jakie trzeba zdobyć podczas trwania studiów.

Matematyka finansowa 1		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Zasady działania rynków finansowych instrumentów pochodnych – podstawowe pojęcia (opcje, kontrakty terminowe). Problemy wyceny. 2. Rynek jednookresowy, pojęcia: ceny, wypłaty, arbitrażu, replikacji. 3. Rynek skończony. Pojęcie strategii samofinansującej, miary martyngałowej. Metoda martyngałowa wyceny. Rynek zupełny. Podstawowe twierdzenia matematyki finansowej. 4. Wycena instrumentów nieosiągalnych. Uogólniona cena arbitrażowa. 5. Rynek z czasem ciągłym. Model Blacka-Scholesa m.in. wycena opcji europejskich, amerykańskich i niektórych egzotycznych.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MF1_W01	Rozumie pojęcia braku arbitrażu, strategii samofinansującej, replikacji kontraktów finansowych i ceny arbitrażowej.	M2MUF_W02 M2MUF_W09	Egzamin
MF1_W02	Rozumie pojęcie miary martyngałowej oraz jej związek z brakiem arbitrażu i zupełnością.	M2MUF_W02 M2MUF_W09	Egzamin
MF1_W03	Zna pojęcia ceny arbitrażowej wypłaty osiągalnej, uogólnionej ceny arbitrażowej wypłat nieosiągalnych.	M2MUF_W02 M2MUF_W09	Egzamin
MF1_W04	Zna Blacka Scholes'a i modele rynków futures.	M2MUF_W02 M2MUF_W09	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
MF1_U01	Potrafi badać brak arbitrażu na rynku oraz zupełność rynków skończonych.	M2MUF_U05 M2MUF_U10, M2MUF_U17	Kolokwium i egzamin
MF1_U02	Potrafi wyceniać (cena arbitrażowa, cena kupującego i cena sprzedającego) wypłaty i wyznaczać strategie replikujące w modelach rynków skończonych.	M2MUF_U05 M2MUF_U10	Kolokwium i egzamin
MF1_U03	Potrafi wyceniać wypłaty w modelu Blacka-Scholes'a i wyznaczać strategie replikujące w pewnych szczególnych przypadkach.	M2MUF_U05 M2MUF_U10	Kolokwium i egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MF1_K01	Rozumie rolę i znaczenie matematyka zajmującego się ryzykiem pracującego w bankach i instytucjach finansowych	M2_U19	

Matematyka finansowa 2		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Podstawowe metody modelowania stóp procentowych. 1.1. Modelowanie cen obligacji. 1.2. Modele krótkoterminowej stopy procentowej. 1.3. Model affiniczny. 2. Model Heatha, Jarrowa i Mortona (HJM) terminowej stopy procentowej. 2.1. Dynamika terminowej stopy procentowej. 2.2. Metoda miary forward wyceny instrumentów pochodnych. 2.3. Wycena opcji europejskich w modelu HJM. 2.4. Opcje na obligacje o stałej stopie kuponu. 2.5. Ceny i opcje futures. 3. Transakcje pochodne stóp procentowych LIBOR. 3.1. Transakcje wymiany stóp procentowych (interest rate swaps). 3.2. Kontrakty opcyjne typu cap i floor. 3.3. Opcje związane z transakcjami wymiany stóp procentowych (swaptions). 3.4. 3.4. Modelowanie stóp LIBOR: model BGM	
Aktualizacja	2019	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MF2_W01	Zna różne kontrakty na rynkach dłużnych np. swap, cap, floor, swapcja.	M2_W01 M2MUF_W03	Egzamin
MF2_W02	Zna podstawowe modele krótkoterminowej stopy procentowej.	M2_W01 M2MUF_W03	Egzamin
MF2_W03	Rozumie i zna modele Heatha, Jarrowa i Mortona (HJM).	M2_W01 M2MUF_W03	Egzamin
MF2_W04	Zna i rozumie pojęcie miary terminowej (forward measure)	M2_W01 M2MUF_W03	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
MF2_U01	Potrafi wyznaczać cenę obligacji i jej dynamikę w modelach afinicznych krótkoterminowej stopy procentowej.	M2MUF_U05 M2MUF_U16 M2MUF_U17	Kolokwium i egzamin
MF2_U02	Potrafi wyceniać wypłaty w gaussowskim modelu HJM.	M2MUF_U05 M2MUF_U11 M2MUF_U16	Kolokwium i egzamin
MF2_U03	Potrafi zastosować miarę terminową do wyceny kontraktów w modelach losowej stopy procentowej.	M2MUF_U05 M2MUF_U11 M2MUF_U16	Kolokwium i egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MF2_K01	Rozumie rolę i znaczenie matematyka zajmującego się ryzykiem pracującego w bankach i instytucjach finansowych	M2_U19	

Matematyka ubezpieczeń majątkowych		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Wykład i ćwiczenia: Zapoznanie się z następującymi pojęciami i zagadnieniami z zakresu ubezpieczeń majątkowych: 1. Modele ryzyka indywidualnego i kolektywnego: funkcje generujące momenty i funkcje generujące kumulanty; współczynnik zmienności, skośności i kurtozy; splot zmiennych losowych; podstawowe rozkłady liczby szkód i ich własności; modelowanie łącznej wartości szkód za pomocą rozkładów złożonych; rozkłady klas (a,b,m); wzór rekurencyjny Panjera; aproksymacje rozkładu łącznej wartości szkód; złożony rozkład Poissona mieszany rozkładem parametru częstotliwości szkód i parametru skali wartości pojedynczej szkody. 2. Teoria ruiny: prawdopodobieństwo ruiny w modelach z czasem dyskretnym; współczynnik dopasowania; poissonowski proces pojawiania się szkód; mieszanina rozkładów wykładniczych; rozkład kolejnych strat; szacowanie prawdopodobieństwa ruiny; aproksymacje prawdopodobieństwa ruiny; metody numeryczne. 3. Kalkulacja składek ubezpieczeniowych i miar ryzyka w modelach ryzyka indywidualnego i kolektywnego: ogólne zasady ustalania wysokości składki ubezpieczeniowej; klasyczne metody kalkulacji składki ubezpieczeniowej; górny limit odpowiedzialności; franszyza; wyznaczanie wysokości współczynnika bezpieczeństwa; VaR; metody kalkulacji składki korzystające z aproksymacji funkcji prawdopodobieństwa ruiny; porządki stochastyczne; reasekuracja. 4. Kalkulacja rezerw techniczno-ubezpieczeniowych, trójkąty szkód i metoda chain-ladder: rodzaje rezerw techniczno-ubezpieczeniowych i ich znaczenie; metody tworzenia rezerw (metody uproszczone oraz metody oparte na trójkącie szkód – matoda chain-ladder). 5. System bonus-malus: charakterystyka systemu bonus-malus w ubezpieczeniach komunikacyjnych; konstrukcja i własności tego systemu; Markowski model systemu bonus-malus. 6. Teoria zaufania: zagadnienie predykcji; kalkulacja składki metodą wiarygodności (prosty model Bühlmanna, zrównoważony model Bühlmanna).	
Aktualizacja	2019	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MUM_W01	Zna model ryzyka indywidualnego i podstawowe modele ryzyka złożonego, ich własności i charakterystyki, sposoby wyznaczania dokładnych i przybliżonych rozkładów prawdopodobieństw strat, zagadnienie aproksymacji modelami złożonymi.	M2MUF_W04	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.
MUM_W02	Zna modele procesów ryzyka, sposoby wyznaczania prawdopodobieństwa ruiny i jego aproksymacji, rozkłady prawdopodobieństw maksymalnej straty i deficytu.	M2MUF_W05	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.
MUM_W03	Posiada wiedzę na temat metod wyznaczania rezerw i składek w portfelach niejednorodnych ubezpieczeń majątkowych, systemów bonus-malus i zagadnień reasekuracji.	M2MUF_W06	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.
UMIEJĘTNOŚCI			
MUM_U01	Potrafi dobrać odpowiednie metody aproksymacji rozkładu prawdopodobieństwa strat dla różnych zagadnień ubezpieczeniowych oraz wyznaczać parametry portfela.	M2MUF_U01	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.
MUM_U02	Potrafi wyznaczyć aproksymacje prawdopodobieństwa ruiny dla różnych modeli procesu rezerw oraz wysokość składki przy ograniczeniach na prawdopodobieństwo ruiny..	M2MUF_U02	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MUM_U03	Potrafi znaleźć rozkład prawdopodobieństwa maksymalnej straty i deficytu w różnych momentach spadków rezerw oraz ich charakterystyki.	M2MUF_U03	Aktywność na zajęciach, prezentowanie przez studentów rozwiązań zadań z prac domowych w trakcie zajęć, egzamin pisemny.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MUM_K01	Absolwent rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związane z tym odpowiedzialności.		
MUM_K02	Rozumie rolę aktuariusza w firmie ubezpieczeniowej oraz złożony mechanizm aktuarialnej wyceny umów ubezpieczenia.		
MUM_K03	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.		

Metody numeryczne w matematyce finansowej		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	15
	Projekt	15
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	**Wykład**: 1) Model dwumianowy i trójmianowy. a. Wycena wypłat europejskich i amerykańskich. b. Parametryzacje CRR, JR i ich zbieżność. c. Analiza wrażliwości. d. Przyspieszanie zbieżności. 2) Wprowadzenie do metod Monte-Carlo. a. Generatory liczb pseudo-losowych. b. Generowanie trajektorii procesów stochastycznych. c. Wycena wypłat europejskich i egzotycznych. 3) Metody redukcji wariancji w metodach Monte-Carlo. a. zmienne antytetyczne b. metoda zmiennej kontrolującej c. metoda zmiennej warstwującej d. metoda ważonego próbkowania. 4) Metody symulacyjne wyznaczania współczynników greckich. 5) Metody Quasi-Monte Carlo i zrandomizowane Quasi-Monte Carlo dla opcji egzotycznych. 6) Metody różnic skończonych dla wypłat europejskich i egzotycznych.	

	a. Równanie Blacka-Scholesa. b. Budowa siatki, warunki brzegowe. c. schematy dyskretyzacji: implicite, explicite i mieszane. 7) Metody różnic skończonych dla wypłat amerykańskich a. Nierówność cząstkowe Blacka-Scholesa. b. Schematy dyskretyzacji: implicite, explicite i mieszane. c. Algorytmy Brenana Schwartza i PSOR. 8) Metody Monte-Carlo dla opcji amerykańskich. Laboratorium: 1) Wprowadzenie do Visual Basica 2) Komunikacja z arkuszem w VBA, 3) Tworzenie wykresów i tabel w VBA. 4) Programowanie obiektowe w VBA. 5) Tworzenie dodatków do Excela. 6) Implementacja algorytmów omawianych na wykładzie. Projekt: Praca projektowa za zadany temat realizowana w zespole 2-3 osobowym
Aktualizacja	2019

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MMF_W01	Ma ogólną wiedzę z programowania w Visual Basic.	M2MUF_W11	Zadania domowe, wykonanie projektu
MMF_W02	Zna metody symulacji trajektorii procesów stochastycznych.	M2MUF_W11, M2_W01	Zadania domowe, wykonanie projektu
MMF_W03	Rozumie i zna metody drzew dwumianowych, Monte Carlo i quasi-Monte Carlo wyznaczania cen opcji europejskich i ich współczynników greckich stosując metody redukcji wariancji .	M2W01 M2MUF_W02 M2MUF_W08 M2MUF_W11	Zadania domowe, wykonanie projektu
MMF_W04	Rozumie i zna metody numeryczne wyceny opcji za pomocą równań/nierówności różniczkowych cząstkowych.	M2W01 M2MUF_W02 M2MUF_W11	Zadania domowe, wykonanie projektu
MMF_W05	Rozumie i zna metody symulacyjne wyznaczania cen opcji typu amerykańskiego	M2MUF_W02 M2MUF_W08 M2MUF_W11	Zadania domowe, wykonanie projektu
UMIEJĘTNOŚCI			
MMF_U01	Potrafi samodzielnie implementować algorytmy wyceny wypłat europejskich i amerykańskich za pomocą drzew.	M2MUF_U10, M2MUF_U12	Zadania domowe
MMF_U02	Potrafi samodzielnie implementować algorytmy symulacyjne do wyceny wypłat europejskich i egzotycznych z zastosowaniem technik redukcji wariancji.	M2MUF_U10, M2MUF_U12	Zadania domowe

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MMF_U03	Potrafi samodzielnie implementować algorytmy symulacyjne wyznaczania współczynników greckich.	M2MUF_U10 M2MUF_U12	Zadania domowe
MMF_U04	Potrafi samodzielnie implementować algorytmy wyceny wypłat europejskich i amerykańskich za równań/nierówności cząstkowych	M2MUF_U10 M2MUF_U12	Zadania domowe
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MMF_K01	Docenia możliwość dzielenia się specjalistyczną wiedzą w zakresie wyceny instrumentów finansowych za pomocą Internetu.	M2MUF_K01	Wykonanie projektu
MMF_K02	Ma świadomość wyzwań wynikających z ciągłego wprowadzania nowych regulacji dot. wyceny instrumentów finansowych w instytucjach finansowych	M2MUF_K01	Wykonanie projektu
MMF_K03	Potrafi zorganizować pracę zespołu i uczestniczyć w pracy zespołowej.	M2MUF_K01	Wykonanie projektu

Modelowanie stochastyczne rynków finansowych i ubezpieczeniowych – seminarium 1		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	3	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Seminarium nie ma ściśle określonych treści, gdyż tematy zmieniają się z roku na rok. Tematyka seminarium jest związana z zastosowaniem metod stochastycznych w finansach i ubezpieczeniach m.in. z 1. technikami wyznaczania rezerw 2. statystyczną analizą danych z rozkładów o ciężkich ogonach 3. optymalną reasekuracją portfela ubezpieczeń, modelowaniem stochastycznym portfeli niejednorodnych 4. problemami optymalnego stopowania w ubezpieczeniach i finansach.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MSR1_W01	Ma wiedzę na temat najnowszych kierunków badań w matematyce finansowej i ubezpieczeniowej.	M2_W01-03 M2MUF_W06 M2MUF_W12	Referat

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MSR1_W02	Zna źródła w których są dostępne informacje związane najnowszymi trendami w modelowaniu rynków finansowych i ubezpieczeniowych	M2_W02-03 M2MUF_W06 M2MUF_W12	Referat
UMIEJĘTNOŚCI			
MSR1_U01	Potrafi wyszukać w literaturze fachowej informacje na zadany temat.	M2_U02 M2MUF_U14	Referat
MSR1_U02	Potrafi przedstawić postaci referatu informacje o wybranym kierunku badań związanych z najnowszymi trendami w matematycznym modelowaniu w finansach i ubezpieczeniach.	M2_U01 M2_U03 M2MUF_U13 M2MUF_U15	Referat
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MSR1_K01	Potrafi pracować w zespole nad przygotowaniem referatu.	M2_U19 M2MUF_U19	Referat

Modelowanie stochastyczne rynków finansowych i ubezpieczeniowych – seminarium 2		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	3	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Seminarium nie ma ściśle określonych treści gdyż tematy zmieniają się z roku na rok. Tematyka seminarium jest związana z zastosowaniem metod stochastycznych w finansach i ubezpieczeniach m.in. z 1. metodami wyceny instrumentów pochodnych 2. ryzykiem kredytowym i płynności 3. zarządzaniem ryzykiem w finansach i ubezpieczeniach 4. praktycznymi i teoretycznymi aspektami miar ryzyka.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MSR2_W01	Ma wiedzę na temat najnowszych kierunków badań w matematyce finansowej i ubezpieczeniowej.	M2_W01-03 M2MUF_W07 M2MUF_W12	Referat
MSR2_W02	Zna źródła w których są dostępne informacje związane najnowszymi trendami w modelowaniu rynków finansowych i ubezpieczeniowych	M2_W02-03 M2MUF_W07 M2MUF_W12	Referat
UMIEJĘTNOŚCI			
MSR2_U01	Potrafi wyszukać w literaturze fachowej informacje na zadany temat.	M2_U02 M2MUF_U14	Referat

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MSR2_U02	Potrafi przedstawić postaci referatu informacje o wybranym kierunku badań związanych z najnowszymi trendami w matematycznym modelowaniu w finansach i ubezpieczeniach.	M2_U01 M2_U03 M2MUF_U05 M2MUF_U15	Referat
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MSR2_K01	Potrafi pracować w zespole nad przygotowaniem referatu.	M2_U19 M2MUF_U19	Referat

Podstawy analizy stochastycznej		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Martyngały - definicja i podstawowe własności. 2. Momenty stopu. Twierdzenie Dooba. 3. Rozkład Dooba. Zagadnienie optymalnego stopowania. 4. Martyngały z czasem ciągłym. 5. Martyngały lokalne. 6. Absolutna ciągłość i równoważność miar probabilistycznych. Abstrakcyjny wzór Bayesa. 7. Proces Wienera - własności trajektorii. 8. Całka Itô – definicja i podstawowe własności. 9. Wzór Itô i jego zastosowania. 10. Stochastyczne równania różniczkowe – istnienie rozwiązań dla równań o współczynnikach lipschitzowskich, jawna postać dla równań o stałych współczynnikach. 11. Twierdzenie o reprezentacji martyngałów. Twierdzenie P. Levy'ego. 12. Twierdzenie Girsanowa i jego zastosowania.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PAS_W01	Ma ogólną wiedzę z teorii martyngałów (Twierdzenia o zbieżności, nierówności martyngałowe)	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin
PAS_W02	Rozumie i potrafi wytłumaczyć konstrukcję całki Ito	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin
PAS_W03	Zna wzór Itô	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
PAS_W04	Zna twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności stochastycznych równań różniczkowych i różne metody ich rozwiązywania.	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin
PAS_W05	Zna eksponentę stochastyczną.	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin
PAS_W06	Zna Twierdzenie o reprezentacji martyngałowej i Twierdzenie Girsanowa.	M2_W01 M2MUF_W01	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
PAS_U01	Potrafi badać zbieżność martyngałów.	M2MUF_U16	Kolokwium, egzamin
PAS_U02	Potrafi zastosować wzór Itô.	M2MUF_U16	Kolokwium, egzamin
PAS_U03	Potrafi korzystać z twierdzeń o istnieniu i jednoznaczność rozwiązań stochastycznych równań różniczkowych.	M2MUF_U16	Kolokwium, egzamin
PAS_U04	Potrafi rozwiązywać niektóre równania stochastyczne.	M2MUF_U16	Kolokwium, egzamin

Podstawy matematyki finansowej		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Oprocentowanie i dyskontowanie: proste i składane, dyskonto handlowe; nominalna i efektywna stopa procentowa; oprocentowanie ciągłe, intensywność oprocentowania i dyskonta. 2. Renty zwykłe: renty pewne płatne w okresach zgodnych z okresem kapitalizacji odsetek; wartość obecna i zakumulowana renty wiecznej i terminowej płatnej z góry i z dołu; renty odroczone; wzory rekurencyjne dla rent; wyznaczanie nieznanego okresu płacenia rent. 3. Renty uogólnione: renty pewne płatne częściej i rzadziej niż kapitalizacja odsetek; renty o zmiennej wysokości płatności; renty z niestandardowe z nietypową ostatnią płatnością. 4. Ocena efektywności projektów inwestycyjnych: wartość bieżąca inwestycji (NPV); wewnętrzna (IRR), zewnętrzna (ERR) i zmodyfikowana (MIRR) stopa zwrotu. 5. Różne metody spłaty długu; bieżąca wartość długu (metoda retrospektywna i prospektywna); wpływ prowizji na koszt kredytu. 6. Analiza obligacji: wycena obligacji o stałym oprocentowaniu; analiza stopy zwrotu do wykupu (yield to maturity); ryzyko inwestycji w obligacje; średni czas trwania (duration) i wypukłość (convexity); strategia uodpornienia portfela obligacji; dopasowywanie portfela obligacji do ciągu płatności; wartość obligacji między płatnościami kuponu (flat price, market price); obligacje z opcją call.	

	7. Bony skarbowe i weksle: dyskontowanie i redyskontowania weksla, odnawianie i konsolidacja weksli; rodzaje bonów skarbowych; rynek pierwotny i wtórny; stopa zwrotu i dochód; konwencje kwotowania; dzień rozliczenia transakcji (data spot, O/N, T/N); punkt opłacalności BEP; operacje repo i revers repo.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PMF_W01	Rozumie pojęcie oprocentowania i dyskontowania, nominalnej i efektywnej stopy procentowej oraz intensywności oprocentowania ciągłego.	M2MUF_W09	Egzamin i kolokwium
PMF_W02	Zna różne rodzaje rent pewnych, zależności między nimi i ich oznaczenia aktuarialne.	M2MUF_W09	Egzamin i kolokwium
PMF_W03	Zna podstawowe metody oceny projektów inwestycyjnych oraz metody spłaty długów.	M2MUF_W09	Egzamin i kolokwium
PMF_W04	Zna podstawowe instrumenty finansowe i ich parametry.	M2MUF_W09	Egzamin i kolokwium
UMIEJĘTNOŚCI			
PMF_U01	Potrafi dokonywać kapitalizacji i dyskontowania kapitału w czasie, porównywać propozycje oprocentowania lokat i pożyczek.	M2MUF_U08, M2MUF_U09	Egzamin i kolokwium
PMF_U02	Umie dokonać analizy kredytów z uwzględnieniem prowizji, określić plan spłaty, wyznaczyć saldo oraz przeliczyć kredyt wg zmienionej stopy procentowej.	M2MUF_U08, M2MUF_U09	Egzamin i kolokwium
PMF_U03	Potrafi wycenić obligacje i bony skarbowe. Umie określić stopę zwrotu z inwestycji finansowej.	M2MUF_U04 M2MUF_U08, M2MUF_U09	Egzamin i kolokwium
PMF_U04	Umie zbudować portfel obligacji odporny na zmianę stóp procentowych.	M2MUF_U08, M2MUF_U09	Wykonanie obliczeń w trakcie zajęć
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
PMF_K01	Dostrzega społeczne aspekty inwestycji finansowych. Rozumie ryzyko związane z inwestycjami finansowymi i z zaciąganiem kredytów .	M2_U19	

Praca dyplomowa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	
	Ćwiczenia	
	Laboratorium	
	Projekt	
Liczba ECTS:	20	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	

Treści programowe:	Student wykonujący dyplomową pracę magisterską ma wykazać się pogłębioną znajomością podstawowej wiedzy teoretycznej w dziedzinie matematyki oraz umiejętnością rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych, badawczych, obliczeniowych i eksperymentalnych.
Aktualizacja	2021

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
W2_01	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki i kierunków pokrewnych w zakresie tematyki przygotowywanej pracy dyplomowej.	M2_W01, M2_W03	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
W2_02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
UMIEJĘTNOŚCI			
U2_01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	M2_U01-02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
U2_02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji zadania badawczego oraz potrafi przygotować opracowanie zawierające prezentację i omówienie tych wyników raz poprowadzić dyskusję na ten temat	M2_U01-02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
KOMPETECJE SPOŁECZNE			
K2_01	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
K2_02	Potrafi myśleć w sposób kreatywny i twórczy. Posiada zdolność do kontynuacji kształcenia oraz świadomość potrzeby samokształcenia w ramach procesu kształcenia ustawicznego (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)	M2_K03, M2MUF_U19	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna, dyskusja

Probabilistyka dla aktuariuszy		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	15
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	4	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	W trakcie wykładów zostaną przypomniane najważniejsze pojęcia, twierdzenia oraz techniki z poprzedzających przedmiotów: Rachunek Prawdopodobieństwa, Statystyka Matematyczna I, Procesy Stochastyczne. Materiał wykładu ze szczególnym naciskiem uwzględnia treści wymagane na egzaminie aktuarialnym „Prawdopodobieństwo i Statystyka" (PiS). W trakcie ćwiczeń rozwiązywane będą zadania zbliżone poziomem trudności i zakresem materiału do zadań z historycznych egzaminów z PiS. 1. Przestrzeń probabilistyczna, zmienne i wektory losowe oraz ich rozkłady, niezależność 2. Dyskretna przestrzeń probabilistyczna, elementy kombinatoryki 3. Wartość oczekiwana, momenty, korelacja, macierz kowariancji 4. Transformacje zmiennych i wektorów losowych, statystyki pozycyjne 5. Warunkowa wartość oczekiwana, warunkowe rozkłady prawdopodobieństwa, rozkłady złożone i rozkłady mieszane 6. Rodzaje zbieżności zmiennych losowych, Centralne Twierdzenie Graniczne 7. Podstawy teorii procesów stochastycznych i rachunku stochastycznego, szeregi czasowe, łańcuchy Markowa 8. Korelacja i analiza regresji 9. Przestrzeń statystyczna i podstawowe twierdzenia statystyki matematycznej. Statystyki dostateczne i zupełne. 10. Klasyczne i bayesowskie metody estymacji oraz ich własności 11. Testowanie hipotez statystycznych, lemat Neymana-Pearsona, iloraz wiarogodności, testy zgodności, testy parametryczne i nieparametryczne, przedziały ufności.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
PA_W01	Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą modeli probabilistycznych.	M2_W01	Egzamin
PA_W02	Ma pogłębioną wiedzę z probabilistyki i procesów stochastycznych niezbędną dla zastosowaniach aktuarialnych	M2MUF_W13	Egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
PA_U01	Potrafi używać narzędzi z rachunku prawdopodobieństwa.	M2MUF_U16	Egzamin

Seminarium i seminarium dyplomowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad dyplomem. 2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SEM_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie statystyki i analizy danych.	M2_W01, M2_W02, M2_W03	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_W02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
UMIEJĘTNOŚCI			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SEM_U01	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_U02	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	M2_U02	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SEM_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2SMUF_K01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.

Stosowana analiza regresji		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	**Wykład**: 1. Model regresji wielokrotnej, estymatory MNK, twierdzenie Gaussa-Markowa 2. Rozkład zmienności całkowitej, testy istotności 3. Diagnostyka modelu regresji liniowej 4. Ogólny test liniowy 5. Selekcja zmiennych w modelu regresji 6. Regularyzacja: estymatory ridge i Lasso 7. Metoda składowych głównych i regresja składowych PCR 8. Wielowymiarowy model regresji liniowej 9. Jednoczynnikowa analiza wariancji 10. Dwuczynnikowa analiza wariancji, analiza kowariancji	

	11. Problem wielokrotnego testowania w analizie wariancji, korekta Bonferroniego, metoda Tukeya i Scheffego 12. Model regresji nieliniowej 13. Nieparametryczne estymatory funkcji regresji 14. Model regresji logistycznej: estymacja, testowanie i diagnostyka. **Laboratorium**: Praktyczna realizacja tematów 1-14 omawianych na wykładzie w oparciu o system R w oparciu o rzeczywiste i symulowane zbiory danych
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SAR_W01	Zna postać modelu liniowego regresji wielokrotnej, postać macierzową estymatora najmniejszych kwadratów oraz jego własności. Wie, czym są rezydua, wartości prognozowane, obserwacje odstające i wpływowe. Zna podstawowe metody wyboru zmiennych w modelu liniowym.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W02	Zna podstawowe odstępstwa od modelu liniowego, metody ich wykrywania i sposoby modyfikacji. Wie, jak konstruować estymatory odporne i jak regularyzować estymatory.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W03	Zna modele jednoczynnikowy i dwuczynnikowy analizy wariancji i model analizy kowariancji oraz podstawowe testy w tych modelach. Wie, na czym polega problem wielokrotnego testowania i zna odpowiednie metody zaradcze.	M2SMAD_W04	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W04	Zna model parametryczny regresji nieliniowej oraz model nieparametryczny regresji. Zna konstrukcję podstawowych nieparametrycznych estymatorów regresji.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
UMIEJĘTNOŚCI			
SAR_U01	Umie estymować, wykorzystując odpowiedni pakiet statystyczny, parametry w modelu liniowym, przeprowadzić diagnostykę i zastosować podstawowe metody zaradcze w przypadku złego dopasowania. Umie zinterpretować wyniki testów dopasowania i istotności zmiennych.	M2SMAD_U03	Zaliczenie laboratorium
SAR_U02	Posiada praktyczną umiejętność przeprowadzenia selekcji zmiennych w modelu liniowym oraz porównania liniowych modeli hierarchicznych.	M2SMAD_U04	Zaliczenie laboratorium
SAR_U03	Umie skonstruować estymatory regularyzowane w modelu liniowym. Umie przeprowadzić parametryczną i nieparametryczną estymację funkcji regresji.	M2SMAD_U03 M2SMAD_U04	Zaliczenie laboratorium

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SAR_U04	Potrafi przeprowadzić jednoczynnikową i dwuczynnikową analizę wariancji i zinterpretować jej wyniki.	M2SMAD_U05	Zaliczenie laboratorium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SAR_K01	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role	M2SMAD_K01	

Szeregi czasowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	15
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	**Wykład**: 1. Procesy stacjonarne i ich charakterystyki 2. Problem prognozy liniowej, metoda Yule'a- Walkera 3. Algorytm Durbina-Levinsona, algorytm innowacyjny 4. Procesy ARMA(p,q), kauzalność i odwracalność procesu 5. Twierdzenie Wolda, prognoza dla procesów ARMA(p,q) 6. Dystrybuanta i gęstość spektralna, twierdzenie Herglotza 7. Twierdzenie o filtrach, konstrukcje filtrów dolnoprzepustowych 8. Estymacja średniej i funkcji kowariancji, twierdzenie Bartletta 9. Testy dla białego szumu, portmanteau i Ljunga-Boxa 10. Estymacja dla procesów ARMA(p,q): estymatory Yule'a-Walkera, Hannana-Rissanena i największej wiarogodności 11. Selekcja modelu ARMA(p,q), BIC, AIC, pasy ufności, charakteryzacje procesów AR(p) i MA(q) 12. Estymacja gęstości spektralnej: periodogram i periodogram temperowany 13. Modele procesów niestacjonarnych, procesy SARIMA, metoda Holta-Wintersa 14. Problem pierwiastka jednostkowego, regresja z błędami zależnymi 15. Zwroty indeksów finansowych, procesy ARCH i GARCH **Laboratorium**: Praktyczna realizacja tematów 1-14 omawianych na wykładzie w oparciu o system R w oparciu o rzeczywiste i symulowane zbiory danych.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SCZ_W01	Zna pojęcia stacjonarnego szeregu czasowego w szerszym sensie, funkcji korelacji i korelacji częściowej; procesów ARMA, ARIMA, SARIMA i, procesu liniowego oraz procesów warunkowo heteroskedastycznych.	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
SCZ_W02	Zna problem prognozy oraz jego rozwiązanie. Wie, co to jest dystrybuanta i gęstość spektralna oraz zna związki między funkcją autokowariancji a gęstością spektralną.	M2SMAD_W11	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
SCZ_W03	Zna podstawowe metody estymacji parametrów procesów ARMA oraz ich własności asymptotyczne. Zna konstrukcję periodogramu.	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
SCZ_W04	Zna podstawowe własności asymptotyczne dla ciągów zależnych (prawo wielkich liczb i centralne tw. graniczne)	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
UMIEJĘTNOŚCI			
SCZ_U01	Umie dopasować i przeprowadzić diagnostykę dopasowania podstawowych klas szeregów czasowych (ARMA, ARIMA, multiplikatywny SARIMA)	M2SMAD_U10	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U02	Umie skonstruować periodogram i periodogram temperowany, potrafi obliczyć gęstość spektralną procesu, w tym procesu po filtracji.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U03	Umie obliczyć funkcje kowariancji i korelacji częściowej oraz obliczyć błąd predykcji.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U04	Umie dopasować do danych modele warunkowo heteroskedastyczne.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SCZ_K01	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role.	M2SMAD_K01	Zaliczenie laboratoriów

Ubezpieczenia na życie		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Rozkład trwania ludzkiego życia: czas trwania i intensywność umieralności, tablice trwania życia, prawdopodobieństwo zgonu w części roku. (3.1, 3.4) 2. Podstawowe rodzaje ubezpieczeń życiowych: terminowe i dożywotnie ubezpieczenia na wypadek śmierci, ubezpieczenia na dożycie, ubezpieczenia mieszane na życie i dożycie, ubezpieczenia odroczone. (3.3) 3. Renty życiowe: płatne przez całe życie, czasowe (terminowe), odroczone, o zmiennej wysokości, płatne m-razy w ciągu roku. (3.3)	

	4. Funkcje komutacyjne: zastosowanie do obliczania wartości ubezpieczeń i rent życiowych. Metody estymacji rozkładu trwania życia. (3.5, 3.6) 5. Kalkulacja składek w ubezpieczeniach życiowych: zasada równoważności, jednorazowa składka netto, składki brutto. (3.7) 6. Kalkulacja rezerw techniczno-ubezpieczeniowych (netto i brutto) dla różnych rodzajów ubezpieczeń na życie. (3.8) 7. Model, ubezpieczenia ogólnego typu, model ciągły i równanie Thielego. (3.7, 3.8) 8. Ubezpieczenia na wiele żyć i modele wielostanowe.(3.2)
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
UNZ_W01	Zna modele demograficzne ciągłe i dyskretne stosowane w ubezpieczeniach życiowych.	M2MUF_W10	Egzamin i kolokwium
UNZ_W02	Zna podstawowe produkty ubezpieczeniowe i renty oraz ich międzynarodowe oznaczenia aktuarialne.	M2MUF_W10	Egzamin i kolokwium
UNZ_W03	Rozumie zasady wyznaczania składek i rezerw netto oraz zna rodzaje kosztów i sposoby ich uwzględniania przy wyznaczaniu składek i rezerw brutto.	M2MUF_W10	Egzamin i kolokwium
UNZ_W04	Ma wiedzę dotyczącą ubezpieczenia na wiele żyć i modeli wielostanowych.	M2MUF_W10	Egzamin i kolokwium
UNZ_W05	Ma podstawowa wiedzę o planach emerytalnych.	M2MUF_W10	Egzamin i kolokwium
UMIEJĘTNOŚCI			
UNZ_U01	Potrafi wyznaczać prawdopodobieństwa przeżycia i śmierci w różnych modelach.	M2MUF_U13	Egzamin i kolokwium
UNZ_U02	Potrafi wyliczyć wartości ubezpieczenia i renty życiowej w modelu dyskretnym i ciągłym, potrafi użyć tablic trwania życia.	M2MUF_U13	Egzamin i kolokwium
UNZ_U03	Umie wyznaczać składki jednorazowe i ratalne dla różnych produktów ubezpieczeniowych, także z uwzględnieniem kosztów.	M2MUF_U13	Egzamin i kolokwium
UNZ_U04	Potrafi wyznaczyć wartości rezerw i dokonać konwersji polisy.	M2MUF_U13	Egzamin i kolokwium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
UNZ_K01	Rozumie rolę i odpowiedzialność aktuariusza w firmie ubezpieczeniowej.	M2_U19	

Specjalność: Statystyka matematyczna i analiza danych

W planie studiów są

- przedmioty obowiązkowe, z których student może uzyskać 88 ECTS, seminarium dyplomowe za 2 ECTS oraz praca dyplomowa za 20 ECTS, które podlegają wyborowi przez studenta

- przedmioty obieralne, z których student może uzyskać 32 ECTS, w tym również przedmioty humanistyczne (5 ECTS).

3 ECTS za praktyki studenckie nie są wliczane do nominalnej liczbą punktów ECTS, jakie trzeba zdobyć podczas trwania studiów.

Analiza wielowymiarowa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Wektory losowe, ich rozkłady i parametry. Wielowymiarowy rozkład normalny, przekształcenia liniowe wektorów normalnych, korelacja cząstkowa i wielokrotna. 2. Rozkład empirycznej średniej i macierzy kowariancji dla próby z wielowymiarowego rozkładu normalnego. 3. Estymacja punktowa w przypadku wielowymiarowym: dostateczność i zupełność, estymatory i kryteria oceny ich jakości: nieobciążoność, efektywność, zgodność, asymptotyczna normalność. 4. Metody estymacji w przypadku wielowymiarowym: estymatory największej wiarogodności i ich własności graniczne (zgodność, asymptotyczna normalność i asymptotyczna efektywność). 5. Metody estymacji w przypadku wielowymiarowym: estymacja metodą najmniejszych kwadratów, równania normalne, twierdzenie Gaussa – Markowa. 6. Teoria decyzji statystycznych w przypadku wielowymiarowym: estymatory bayesowskie i minimaksowe, dopuszczalność, twierdzenie Steina o niedopuszczalności średniej dla dużych wymiarów. 7. Rozkłady form kwadratowych, twierdzenie Cochrana, ogólny test liniowy. 8. Rozkład Wisharta: postać gęstości i funkcji charakterystycznej rozkładu Wisharta, własności, niecentralny rozkład Wisharta. 9. Rozkład wielokrotnego współczynnika korelacji dla próby z rozkładu normalnego. Testowanie hipotez o wielokrotnym współczynniku korelacji. 10. Rozkład Hotellinga. Testowanie hipotez o wielowymiarowej średniej, test ilorazu wiarogodności, test sum i iloczynów. 11. Przedział ufności dla średniej i rzutu średniej na dowolny kierunek. Test równości średnich. 12. Testowanie hipotez dla macierzy kowariancji: test równości z daną macierzą, test sferyczności, test równości dwóch macierzy kowariancji. 13. Testowanie niezależności i analiza korelacji kanonicznej: testowanie niezależności wektorów normalnych, analiza korelacji kanonicznej, interpretacja zmiennych kanonicznych i ich własności, testowanie hipotez o współczynnikach korelacji kanonicznej. 14. Analiza składowych głównych: składowe główne w populacji i składowe główne z próby, rozkład łączny wartości własnych macierzy kowariancji z próby, testowanie hipotez o składowych głównych.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
AWW_W01	Zna własności wielowymiarowego rozkładu normalnego i statystyk z wielowymiarowych prób gaussowskich; zna metody wyznaczania i badania własności estymatorów w przypadku wielowymiarowym, w tym metodę najmniejszych kwadratów, twierdzenie Gaussa-Markowa, estymatory minimaksowe i bayesowskie.	M2SMAD_W05	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_W02	Zna rozkłady i własności form kwadratowych w modelu normalnym, w tym twierdzenie Cochrana; zna metody weryfikacji ogólnej hipotezy liniowej.	M2SMAD_W03 M2SMAD_W05	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_W03	Zna rozkład Wisharta i rozkład Hotellinga oraz własności tych rozkładów; zna metody testowania hipotez o wielowymiarowej średniej i macierzy kowariancji w modelu normalnym.	M2SMAD_W05	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_W04	Zna podstawy teoretyczne analizy składowych głównych.	M2SMAD_W06	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
AWW_U01	Umie badać własności wielowymiarowego rozkładu normalnego i statystyk z wielowymiarowych prób gaussowskich; potrafi wyznaczać estymatory w przypadku wielowymiarowym oraz ocenić ich jakość.	M2SMAD_U06	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_U02	Umie stosować ogólny test liniowy, weryfikować hipotezy o wielowymiarowej średniej w modelu normalnym.	M2SMAD_U06	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_U03	Umie weryfikować hipotezy o macierzy kowariancji w modelu normalnym (w tym testować niezależność).	M2SMAD_U06	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
AWW_U04	Umie znajdować składowe główne dla wielowymiarowych danych gaussowskich.	M2SMAD_U08	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
AWW_K01	rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	M2SMAD_K02	Odpowiedź ustna przy tablicy, kolokwium, egzamin

Biostatystyka		
	Wykład	30

Rodzaj zajęć/liczba godzin	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	15
	Projekt	15
Liczba ECTS:	5	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	– Podstawy analizy przeżycia – Model proporcjonalnych hazardów – Modele parametryczne – Analiza danych wielowymiarowych i skorelowanych: modele brzegowe, modele oparte na kopułach, model z efektami losowymi – Analiza konkurencyjnych ryzyk	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
BIO_W01	Zna pojęcia funkcji przeżycia, funkcji hazardu i mechanizmu cenzurowania. Zna estymator Kaplana-Meiera oraz podstawowe testy równości dwóch krzywych przeżycia. Zna model proporcjonalnych hazardów, modele analizy przeżyć z efektami losowymi oraz modele kopułowe. Zna model przyśpieszonego czasu do niepowodzenia.	M2SMAD_W12	Raporty i prezentacje projektów praktycznych, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
BIO_U01	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia	M2_U02	Raporty i prezentacje projektów praktycznych, egzamin
BIO_U02	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role. Potrafi kierować pracą zespołu	M2_U03	Raporty i prezentacje projektów praktycznych, egzamin
BIO_U03	Umie wyznaczyć estymator Kaplana-Meiera i skumulowanego hazardu ocenić jego dokładność i wyznaczyć przedziały ufności dla prawdopodobieństwa dożycia oraz zinterpretować wyniki odpowiednich testów.	M2SMAD_U12	Raporty i prezentacje projektów praktycznych, egzamin
BIO_U04	Umie wyznaczyć podstawowe estymatory parametryczne funkcji przeżycia. Umie dopasować do danych i zinterpretować modele analizy przeżyć z efektami losowymi bądź bez.	M2SMAD_U13	Raporty i prezentacje projektów praktycznych, egzamin
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
BIO_K01	Umie negocjować i dochodzić do kompromisu w kwestiach związanych z realizacją i prowadzeniem projektu	M2SMAD_K01	Prezentacje projektów praktycznych, egzamin

Data Mining		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	**Wykład**: 1. Analiza dyskryminacyjna LDA. Kwadratowa analiza dyskryminacyjna QDA. 2. Klasyfikator bayesowski i jego wersje empiryczne. 3. Metoda najbliższego sąsiada, naiwna metoda bayesowska, klasyfikacja logistyczna. 4. Metody oceny klasyfikatorów. 5. Drzewa klasyfikacyjne CART. 1. 6.Drzewa regresyjne. 6. Maszyny wektorów podpierających SVM Vapnika. 2. 8.Wprowadzenie do metody przekształcenia jądrowego. 9. Sieci neuronowe, modele addytywne. 10. Metody łączenia klasyfikatorów i estymatorów regresji. 11. Problemy wysokiego wymiaru wektora atrybutów: selekcja i ekstrakcja cech. 12. Analiza skupień: metody kombinatoryczne/hierarchiczne. 13. Modelowanie mieszankowe, zastosowania. 14. Analiza czynnikowa i analiza składowych niezależnych. **Laboratorium**: Praktyczna realizacja tematów 1-14 omawianych na wykładzie w oparciu o system R w oparciu o rzeczywiste i symulowane zbiory danych	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	WIEDZA		
DAM_W01	Zna ogólne sformułowanie problemu klasyfikacji pod nadzorem i bez nadzoru oraz podstawowe metody klasyfikacji liniowej LDA i klasyfikacji logistycznej. Wie, na czym polega kwadratowa analiza dyskryminacyjna QDA.	M2SMAD_W07	Egzamin, zaliczenie laboratoriów

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
DAM_W02	Zna pojęcie i postać estymatora bayesowskiego w problemie klasyfikacji oraz konstrukcję jego odpowiedników empirycznych. Zna podstawowe metody oceny błędu klasyfikacji.	M2SMAD_W07	Egzamin, zaliczenie laboratoriów
DAM_W03	Zna metodologię konstrukcji drzew klasyfikacyjnych oraz maszyn wektorów podpierających. Wie, na czym polegają metody łączenia klasyfikatorów.	M2SMAD_W08	Egzamin, zaliczenie laboratoriów
DAM_W04	Zna podstawowe metody analizy skupień: metodę k-średnich, dendrogramy, metodę mieszanek, sieci samoorganizujące się Kohonena.	M2SMAD_W09	Egzamin, zaliczenie laboratoriów
UMIEJĘTNOŚCI			
DAM_U01	Umie skonstruować klasyfikatory liniowe w oparciu o metodologię LDA i model logistyczny, porównać z klasyfikatorem QDA i ocenić ich błędy klasyfikacji.	M2SMAD_U07	Zaliczenie laboratoriów
DAM_U02	Umie stosować metodę CART i SVM do problemu klasyfikacji i estymacji regresji.	M2SMAD_U07	Zaliczenie laboratoriów
DAM_U03	Umie stosować metody analizy składowych głównych w konkretnych zagadnieniach, wybierać liczbę kierunków w tej metodzie oraz oceniać jej skuteczność.	M2SMAD_U08	Zaliczenie laboratoriów
DAM_U04	Umie przeprowadzać analizę skupień w oparciu o podstawowe stosowane metodologie.	M2SMAD_U09	Zaliczenie laboratoriów
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
DAM_K01	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role.	M2SMAD_K01	

Metody Monte Carlo		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	15
	Laboratorium	15
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. **Generatory probabilistyczne o rozkładzie jednostajnym**: Generatory fizyczne a generatory programowe. Generator von Neumanna. Podstawowe informacje o generatorach o rozkładzie jednostajnym. Okres i struktura przestrzenna generatora. Zastosowanie testów statystycznych: niezależności i zgodności z rozkładem do sprawdzania jakości generatora. Problemy z określeniem jakości generatora. 2. **Generatory liniowe**: Generatory liniowe. Przykłady twierdzeń o okresie prostych generatorów liniowych. Generatory Fibonacciego. Uogólnione generatory Fibonacciego.		

	3. **Generatory nieliniowe**: Generatory nieliniowe, bazujące na operacji odwracania modulo i generatory kwadratowe. Kombinowanie generatorów. 4. **Ogólne metody generowania z dowolnych rozkładów prawdopodobieństwa**: Metoda odwracania dystrybuanty. Metoda eliminacji. Metoda ilorazu równomiernego. Metoda superpozycji rozkładów. Wady i zalety poszczególnych metod. Przykłady wykorzystania różnych metod generowania dla dowolnych rozkładów prawdopodobieństwa. 5. **Szczegółowe metody generowania z określonych rozkładów prawdopodobieństwa**: Generowanie zmiennych z rozkładu normalnego (algorytm Boxa – Mullera, algorytm Marsaglii i algorytm Marsaglii – Braya). Przykłady szczegółowych metod generowania z innych rozkładów prawdopodobieństwa. 6. **Generowanie z wielowymiarowych rozkładów prawdopodobieństwa**: Generowanie z wielowymiarowego rozkładu normalnego metodą dekompozycji macierzy kowariancji. Przekleństwo wielowymiarowości. Metoda przekształceń. 7. **Całkowanie metodami Monte Carlo (MC)**: Wprowadzenie – igła Buffona. Metoda crude Monte Carlo. Przypomnienie probabilistycznych twierdzeń granicznych (centralnego twierdzenia granicznego i prawa wielkich liczb). Zastosowanie probabilistycznych twierdzeń granicznych w określaniu zbieżności metod MC. 8. **Całkowanie metodami Monte Carlo (MC)**: Metoda próbkowania ważonego. Metoda zmiennych antytetycznych. Metoda zmiennych kontrolnych. Problem doboru optymalnych parametrów dla metod próbkowania ważonego i zmiennych antytetycznych. 9. **Optymalizacja metodami Monte Carlo (MC)**: Podstawowa metoda optymalizacji algorytmem MC. Metoda gradientowa. Metoda symulowanego wyżarzania. Modele brakujących danych. 10. **Zastosowanie metod Monte Carlo**: Błąd metod Monte Carlo a błąd numerycznych metod deterministycznych. Zagadnienie całkowania metodami MC jako problem statystyki matematycznej. Obliczanie poziomu istotności testu metodami MC. Inne zastosowania metod MC – zagadnienia geometryczne, zagadnienia z matematyki ubezpieczeniowej i matematyki finansowej. Zalety i ograniczenia metod MC. 11. **Przypomnienie podstawowych informacji o łańcuchach Markowa**: Własność Markowa. Łańcuchy Markowa na przestrzeniach dyskretnych i ciągłych. Prawdopodobieństwo przejścia i jądro przejścia. Własności łańcuchów Markowa – jednorodność, nieprzywiedlność, nieokresowość, powracalność. Twierdzenia ergodyczne dla łańcuchów Markowa. 12. **Metody Markov Chain Monte Carlo (MCMC)**: Algorytm Metropolisa – Hastingsa (MH). Problem wyboru gęstości proponującej (niezależny algorytm MH, błądzenie przypadkowe, inne gęstości proponujące). Twierdzenia dotyczące własności łańcucha Markowa wygenerowanego algorytmem MH. Dwuwymiarowy próbnik Gibbsa. Wielowymiarowy próbnik Gibbsa. Twierdzenia dotyczące własności łańcucha Markowa wygenerowanego próbnikiem Gibbsa. Algorytm MH a próbnik Gibbsa – porównanie własności. Hybrydyzowanie algorytmów MCMC przez mieszaninę i cykl. 13. **Zastosowania metod MCMC**: Przykładowe zastosowania metod MCMC (wnioskowanie bayesowskie za pomocą DAG-ów (direct, acyclic graph), fizyczne badania magnetyzacji, restauracja i odszumianie obrazów). Wady i

	zalety metod MCMC. Problem diagnostyki zbieżności metod MCMC. Przykłady metod diagnostyki zbieżności. 14. **Bootstrap i resampling**: Zasada bootstrapu. Przykładowe zastosowanie bootstrapu. Testowanie hipotez statystycznych metodą bootstrap. Ważony bootstrap. Metoda jackknife. Uogólnione podejście.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
MMC_W01	Zna metody generowania zmiennych dla najważniejszych rozkładów prawdopodobieństwa, algorytmy generowania dla rozkładu normalnego, metody generowania wielowymiarowych zmiennych losowych; ma wiedzę na temat ich podstaw matematycznych.	M2SMAD_W15	kolokwia, egzamin
MMC_W02	Zna metody i algorytmy Monte Carlo w zakresie całkowania i optymalizacji; ma wiedzę na temat ich podstaw matematycznych.	M2SMAD_W15	kolokwia, egzamin
MMC_W03	Zna główne metody i algorytmy Markov Chain Monte Carlo (algorytm Metropolisa – Hastingsa, próbnik Gibbsa); ma wiedzę na temat ich podstaw matematycznych.	M2SMAD_W15	kolokwia, egzamin
MMC_W04	Zna podstawowe metody i algorytmy repróbkowania (bootstrap i jackknife); ma wiedzę na temat ich podstaw matematycznych.	M2SMAD_W15	kolokwia, egzamin
MMC_W05	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie statystyki i analizy danych.	M2_W02	kolokwia, egzamin
UMIEJĘTNOŚCI			
MMC_U01	Umie generować próbki pseudolosowe z różnych rozkładów prawdopodobieństwa, w tym z rozkładu normalnego i rozkładów wielowymiarowych.	M2SMAD_U16	kolokwia, przygotowanie prezentacji projektu laboratoryjnego
MMC_U02	Umie stosować metody Monte Carlo w zagadnieniach całkowania i optymalizacji.	M2SMAD_U16	kolokwia, przygotowanie prezentacji projektu laboratoryjnego
MMC_U03	Umie stosować podstawowe algorytmy dla metod Markov Chain Monte Carlo.	M2SMAD_U16	kolokwia, przygotowanie prezentacji projektu laboratoryjnego

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
MMC_U04	Umie stosować podstawowe algorytmy repróbkowania.	M2SMAD_U16	kolokwia, przygotowanie prezentacji projektu laboratoryjnego
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
MMC_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	M2SMAD_K02	kolokwia, egzamin, przygotowanie prezentacji projektu laboratoryjnego

Praca dyplomowa		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	
	Ćwiczenia	
	Laboratorium	
	Projekt	
Liczba ECTS:	20	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Student wykonujący dyplomową pracę magisterską ma wykazać się pogłębioną znajomością podstawowej wiedzy teoretycznej w dziedzinie matematyki oraz umiejętnością rozwiązywania problemów, wymagających stosowania nowoczesnych metod z zakresu analiz teoretycznych, badawczych, obliczeniowych i eksperymentalnych.	
Aktualizacja	2021	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
W2_01	Ma pogłębioną wiedzę z matematyki i kierunków pokrewnych w zakresie tematyki przygotowywanej pracy dyplomowej.	M2_W01 M2_W03	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
W2_02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
UMIEJĘTNOŚCI			
U2_01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie	M2_U01 M2_U02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
U2_02	Potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników realizacji zadania badawczego oraz potrafi przygotować opracowanie zawierające prezentację i omówienie tych wyników raz poprowadzić dyskusję na ten temat	M2_U01 M2_U02	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
KOMPETECJE SPOŁECZNE			
K2_01	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	weryfikacja pracy przez promotora, recenzje pracy, ocena obrony pracy dyplomowej
K2_02	Potrafi myśleć w sposób kreatywny i twórczy. Posiada zdolność do kontynuacji kształcenia oraz świadomość potrzeby samokształcenia w ramach procesu kształcenia ustawicznego (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)	M2_K03 M2SMAD_K02	obserwacja pracy dyplomanta przez opiekuna, dyskusja

Seminarium: Wybrane zagadnienia statystyki 1 – 3		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad tekstem. 2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WZS_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie statystyki i analizy danych.	M2_W01-W03	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
WZS_02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
UMIEJĘTNOŚCI			
WZS_U01	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
WZS_U02	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	M2_U02	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
WZS_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2SMAD_K02	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
WZS_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.

Seminarium dyplomowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	0
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	2	

Status przedmiotu:	Obowiązkowy
Treści programowe:	1. Samodzielna praca nad dyplomem. 2. Przygotowywanie prezentacji. 3. Wygłaszanie referatów.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SEM_W01	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie statystyki i analizy danych.	M2_W01 M2_W02 M2_W03	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_W02	Zna i rozumie uwarunkowania etyczne i prawne, związane z działalnością naukową, dydaktyczną oraz wdrożeniową.	M2_W04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
UMIEJĘTNOŚCI			
SEM_U01	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego referatu po polsku lub w języku obcym, zawierającego motywację, metody dochodzenia do wyników oraz ich znaczenie na tle innych podobnych wyników	M2_U01	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_U02	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	M2_U02	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SEM_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2SMAD_U17	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.
SEM_K02	Jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	M2_K04	Przygotowanie prezentacji, wygłoszenie referatu i aktywność w seminarium.

Statystyka matematyczna 2		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	0
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Metody nieparametryczne a. Wprowadzenie do statystyki nieparametrycznej. b. Test znaków i test rangowanych znaków w zastosowaniu do weryfikacji hipotez o parametrze położenia w modelu jednopróbkowym i do porównania prób parami zależnych. Przedziały ufności dla kwantyli. c. Porównanie rozkładu cech dwóch populacji – testy rangowe parametru położenia (m.in. test Wilcoxona, test van der Waerdena, test Fishera-Yatesa) oraz testy parametru rozproszenia (m.in. test Mooda, test Siegela-Tukeya, test Ansari-Bradleya). d. Ogólny problem zgodności dwóch rozkładów (test Walda-Wolfowitza. 2. test Kołmogorowa-Smirnowa, testy medianowe, test Manna-Whitneya). a. Porównanie rozkładu cech więcej niż dwóch populacji (m.in. test mediany, test Kruskala-Wallisa). Testy dla alternatyw uporządkowanych. b. Pojęcie serii. Test losowości oparte na liczbie serii i na długości serii. 2. Badanie zależności między cechami c. Badanie zależności między dwiema cechami – współczynnik korelacji Kendalla, współczynnik korelacji rangowej Spearmana oraz współczynnik gamma Goodmana-Kruskalla i ich własności. d. Testowanie hipotez o niezależności cech. Badanie zgodności cech wielu cech (więcej niż dwóch). Współczynnik zgodności Kendalla. Test Friedmana. e. Analiza danych jakościowych. Tablice kontyngencji. Dokładny test Fishera, test chi-kwadrat, test McNemara, współczynnik tau Goodmana-Kruskala. 3. Statystyczne funkcje decyzyjne i podstawy statystyki bayesowskiej a. Wprowadzenie do statystycznych funkcji decyzyjnych. Klasyczne problemy statystyki matematycznej w ujęciu teoriodecyzyjnym. Ryzyko. Dopuszczalność funkcji decyzyjnych. b. Podstawy statystyki bayesowskiej. Bayesowskie funkcje decyzyjne. Rozkłady a priori i a posteriori. Sprzężone rodziny rozkładów. c. Estymacja bayesowska. Bayesowskie obszary wiarogodności. Metody bayesowskie w testowaniu hipotez. d. Minimaksowe funkcje decyzyjne.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SM2_W01	Zna różne testy nieparametryczne, w tym testy zgodności, oraz metody konstrukcji testów nieparametrycznych (wykorzystujące m.in. rangi i serie).	M2SMAD_W01 M2SMAD_W04	egzamin pisemny i ustny
SM2_W02	Zna różne sposoby badania niezależności oraz narzędzia do oceny stopnia zależności między cechami.	M2SMAD_W01	egzamin pisemny i ustny
SM2_W03	Zna podstawy teorii statystycznych funkcji decyzyjnych, wnioskowania bayesowskiego oraz podejścia minimaksowego.	M2SMAD_W02	egzamin pisemny i ustny
UMIEJĘTNOŚCI			
SM2_U01	Potrafi dobrać test nieparametryczny właściwy do badanego zagadnienia i zastosować ów test w praktyce.	M2SMAD_U01 M2SMAD_U05	rozwiązywanie zadań na tablicy, kolokwia
SM2_U02	Potrafi testować niezależność cech oraz obliczać stopień ewentualnej zależności cech.	M2SMAD_U01	rozwiązywanie zadań na tablicy, kolokwia
SM2_U03	Umie skonstruować estymator bayesowski i test bayesowski oraz dobrać optymalną statystyczną funkcję decyzyjną dla danego problemu.	M2SMAD_U02	rozwiązywanie zadań na tablicy, kolokwia
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SM2_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2SMAD_K02	egzamin i kolokwia

Stosowana analiza regresji		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Wykład: 1. Model regresji wielokrotnej, estymatory MNK, twierdzenie Gaussa-Markowa 2. Rozkład zmienności całkowitej, testy istotności 3. Diagnostyka modelu regresji liniowej 4. Ogólny test liniowy 5. Selekcja zmiennych w modelu regresji 6. Regularyzacja: estymatory ridge i Lasso 7. Metoda składowych głównych i regresja składowych PCR 8. Wielowymiarowy model regresji liniowej 9. Jednoczynnikowa analiza wariancji 10. Dwuczynnikowa analiza wariancji, analiza kowariancji 11. Problem wielokrotnego testowania w analizie wariancji, korekta Bonferroniego, metoda Tukeya i Scheffego 12. Model regresji nieliniowej	

	13. Nieparametryczne estymatory funkcji regresji 14. Model regresji logistycznej: estymacja, testowanie i diagnostyka. Laboratorium: Praktyczna realizacja tematów 1-14 omawianych na wykładzie w oparciu o system R w oparciu o rzeczywiste i symulowane zbiory danych
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
SAR_W01	Zna postać modelu liniowego regresji wielokrotnej, postać macierzową estymatora najmniejszych kwadratów oraz jego własności. Wie, czym są rezydua, wartości prognozowane, obserwacje odstające i wpływowe. Zna podstawowe metody wyboru zmiennych w modelu liniowym.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W02	Zna podstawowe odstępstwa od modelu liniowego, metody ich wykrywania i sposoby modyfikacji. Wie, jak konstruować estymatory odporne i jak regularyzować estymatory.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W03	Zna modele jednoczynnikowy i dwuczynnikowy analizy wariancji i model analizy kowariancji oraz podstawowe testy w tych modelach. Wie, na czym polega problem wielokrotnego testowania i zna odpowiednie metody zaradcze.	M2SMAD_W04	Egzamin, zaliczenie laboratorium
SAR_W04	Zna model parametryczny regresji nieliniowej oraz model nieparametryczny regresji. Zna konstrukcję podstawowych nieparametrycznych estymatorów regresji.	M2SMAD_W03	Egzamin, zaliczenie laboratorium
UMIEJĘTNOŚCI			
SAR_U01	Umie estymować, wykorzystując odpowiedni pakiet statystyczny, parametry w modelu liniowym, przeprowadzić diagnostykę i zastosować podstawowe metody zaradcze w przypadku złego dopasowania. Umie zinterpretować wyniki testów dopasowania i istotności zmiennych.	M2SMAD_U03	Zaliczenie laboratorium
SAR_U02	Posiada praktyczną umiejętność przeprowadzenia selekcji zmiennych w modelu liniowym oraz porównania liniowych modeli hierarchicznych.	M2SMAD_U04	Zaliczenie laboratorium
SAR_U03	Umie skonstruować estymatory regularyzowane w modelu liniowym. Umie przeprowadzić parametryczną i nieparametryczną estymację funkcji regresji.	M2SMAD_U03 M2SMAD_U04	Zaliczenie laboratorium
SAR_U04	Potrafi przeprowadzić jednoczynnikową i dwuczynnikową analizę wariancji i zinterpretować jej wyniki.	M2SMAD_U05	Zaliczenie laboratorium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SAR_K01	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role	M2SMAD_K01	

Szeregi czasowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	30
	Laboratorium	15
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	**Wykład**: 1. Procesy stacjonarne i ich charakterystyki 2. Problem prognozy liniowej, metoda Yule'a- Walkera 3. Algorytm Durbina-Levinsona, algorytm innowacyjny 4. Procesy ARMA(p,q), kauzalność i odwracalność procesu 5. Twierdzenie Wolda, prognoza dla procesów ARMA(p,q) 6. Dystrybuanta i gęstość spektralna, twierdzenie Herglotza 7. Twierdzenie o filtrach, konstrukcje filtrów dolnoprzepustowych 8. Estymacja średniej i funkcji kowariancji, twierdzenie Bartletta 9. Testy dla białego szumu, portmanteau i Ljunga-Boxa 10. Estymacja dla procesów ARMA(p,q): estymatory Yule'a-Walkera, Hannana-Rissanena i największej wiarogodności 11. Selekcja modelu ARMA(p,q), BIC, AIC, pasy ufności, charakteryzacje procesów AR(p) i MA(q) 12. Estymacja gęstości spektralnej: periodogram i periodogram temperowany 13. Modele procesów niestacjonarnych, procesy SARIMA, metoda Holta-Wintersa 14. Problem pierwiastka jednostkowego, regresja z błędami zależnymi 15. Zwroty indeksów finansowych, procesy ARCH i GARCH **Laboratorium**: Praktyczna realizacja tematów 1-14 omawianych na wykładzie w oparciu o system R w oparciu o rzeczywiste i symulowane zbiory danych.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
	WIEDZA		
SCZ_W01	Zna pojęcia stacjonarnego szeregu czasowego w szerszym sensie, funkcji korelacji i korelacji częściowej; procesów ARMA, ARIMA, SARIMA i, procesu liniowego oraz procesów warunkowo heteroskedastycznych.	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
SCZ_W02	Zna problem prognozy oraz jego rozwiązanie. Wie, co to jest dystrybuanta i gęstość spektralna oraz zna związki między funkcją autokowariancji a gęstością spektralną.	M2SMAD_W11	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
SCZ_W03	Zna podstawowe metody estymacji parametrów procesów ARMA oraz ich własności asymptotyczne. Zna konstrukcję periodogramu.	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
SCZ_W04	Zna podstawowe własności asymptotyczne dla ciągów zależnych (prawo wielkich liczb i centralne tw. graniczne)	M2SMAD_W10	Egzamin, zaliczenie ćwiczeń
UMIEJĘTNOŚCI			
SCZ_U01	Umie dopasować i przeprowadzić diagnostykę dopasowania podstawowych klas szeregów czasowych (ARMA, ARIMA, multiplikatywny SARIMA)	M2SMAD_U10	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U02	Umie skonstruować periodogram i periodogram temperowany, potrafi obliczyć gęstość spektralną procesu, w tym procesu po filtracji.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U03	Umie obliczyć funkcje kowariancji i korelacji częściowej oraz obliczyć błąd predykcji.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
SCZ_U04	Umie dopasować do danych modele warunkowo heteroskedastyczne.	M2SMAD_U11	Zaliczenie laboratoriów
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
SCZ_K01	Potrafi współdziałać i pracować w zespole przyjmując w nim różne role.	M2SMAD_K01	Zaliczenie laboratoriów

Uogólnione modele liniowe		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	30
	Projekt	0
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	1. Model regresji logistycznej, postać funkcji wiarogodności i wynikowa, iteracyjna metoda poszukiwania estymatorów NW, istotność współczynników i dopasowanie modelu , odchylenie modelu od modelu, jego rozkład asymptotyczny. 2. Model regresji logistycznej, kontynuacja: diagnostyka modelu, rezydua oparte na odchyleniach i rezydua Pearsona, niestabilność estymatorów największej wiarogodności dla klas liniowo separowalnych, metoda redukcji obciążenia Firtha. 3. Model regresji logistycznej, kontynuacja: badania prospektywne i retrospektywne, konstrukcja przedziałów ufności dla prawdopodobieństwa sukcesu przy ustalonej wartości wektora atrybutów, model probitowy, porównanie z modelem logistycznym	

	4. Poissonowski model regresyjny, odchylenie poissonowskie modelu od modelu, model intensywności, wykorzystanie w analizie aktuarialnej, ujemny model dwumianowy. 5. Uogólniony model liniowy: rodzina wykładnicza, funkcja łącząca, postać kanoniczna, dopasowanie UML, algorytm iteracyjnie ważonych estymatorów MNK, ogólna postać odchylenia, testowanie hipotez. 6. Diagnostyka UML, detekcja punktów odstających i wpływowych, konstrukcja macierzy daszkowej, podstawowe wykresy diagnostyczne. 7. Modelowanie odpowiedzi nominalnych: modele logliniowe, analiza zależności w tablicach wielodzielczych, podstawowe miary zależności dla skali nominalnej i porządkowej: współczynnik Goodmana-Kruskala, miara gamma. 8. Kontynuacja: diagnostyka modeli logliniowych, modelowanie odpowiedzi na skali porządkowej, model proporcjonalnych szans. 9. Dyskusja alternatywnych GLM: modele dla odpowiedzi wielomianowych, model gamma i odwrotny model gamma. 10. Kwaziwiarogodność, modele kwazi-dwumianowy i kwazi-poissonowski. 11. Efekty losowe. Mieszane modele ANOVA, blokowanie jako efekt losowy , estymacja i testowanie dla efektów losowych, modele wielopoziomowe. 12. Obserwacje powtórzone, dane longitudinalne, uogólnione liniowe modele mieszane, równania estymujące. 13. .Modele addytywne: techniki przekształcania odpowiedzi :ACE (Alternating Conditional Expectaitions) i AVAS (Additivity and Variance Stabilisation). 14. Uogólnione modele addytywne, podstawowe bazy, wygładzające i kubiczne funkcje sklejane, określenie liczby stopni swobody, wprowadzenie do pakietu mgcv. 15. Uogólnione modele addytywne - kontynuacja metody doboru parametrów wygładzających: metoda kroswalidacji I uogólnionej kroswalidacji, konstrukcja przedziałów ufności.
Aktualizacja	2017

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
GLM_W01	Zna sformułowanie uogólnionego modelu liniowego i jego szczególne przypadki (model logistyczny, poissonowski, gamma), pojęcie funkcji łączącej, ogólną postać odchylenia , testów istotności i dopasowania, metody konstrukcji rezyduów.	M2SMAD_W13 M2SMAD_W14	Egzamin pisemny
UMIEJĘTNOŚCI			
GLM_U01	Potrafi wybrać i dopasować do danych uogólniony model liniowy, przeprowadzić testy istotności, dopasowania oraz diagnostykę.	M2SMAD_U14 M2SMAD_U15	Kolokwium
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
GLM_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	M2SMAD_K02	

Warsztaty badawcze 1 i 2		
Rodzaj zajęć/liczba godzin	Wykład	30
	Ćwiczenia	0
	Laboratorium	0
	Projekt	60
Liczba ECTS:	6	
Status przedmiotu:	Obowiązkowy	
Treści programowe:	Na zajęcia składa się sześć interdyscyplinarnych warsztatów (po trzy w semestrze), prowadzonych przez praktyków, w ramach których realizowane są projekty badawcze dotyczące analizy danych pochodzących z różnych obszarów (badań klinicznych, biometrii, procesów technologicznych, biznesu itd.). Każdy cykl obejmuje: 1. Wprowadzenie do problemu. 2. Realizację projektów. 3. Przedstawienie wyników i dyskusję raportów.	
Aktualizacja	2017	

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WIEDZA			
WBA_W01	Zna zaawansowane metody wnioskowania statystycznego i analizy równego typu danych.	M2SMAD_W01 -W15	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.
WBA_W02	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań związanych z działalnością badawczą w zakresie statystyki i analizy danych.	M2_W01-W03	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.
UMIEJĘTNOŚCI			
WBA_U01	Potrafi dobrać metodę analizy danych, właściwą dla danego problemu, przeprowadzić wnioskowanie statystyczne oraz przygotować opracowanie wyników i raport zawierający wnioski z badania.	M2SMAD_U01 -U16	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.
WBA_U02	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się oraz zrealizować proces samokształcenia.	M2_U02	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			

Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	OPIS EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
WBA_K01	Potrafi współdziałać w zespole pracującym nad projektem.	M2SMAD_K01 M2_K01	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.
WBA_K02	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia kompetencji zawodowych.	M2SMAD_K02	Realizacja projektu praktycznego w grupie i dyskusja raportu.