

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Program studiów obowiązuje dla cykli kształcenia rozpoczynających się od:
rok akademicki **2025/26, semestr zimowy**

Jednostka organizacyjna: **WliT (od 1.10.2025 WliM)**

Kierunek studiów: **Matematyka**

Specjalność/i: **Matematyka w finansach i ekonomii, Modelowanie matematyczne**

Profil studiów: **Ogólnoakademicki**

Poziom studiów: **II stopnia**

Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji: **7 PRK**

Forma studiów: **stacjonarne**

Język wykładowy: **polski**

Dziedzina lub dziedziny nauki/sztuki: **nauki ścisłe i przyrodnicze**

Dyscyplina naukowa/artystyczna wiodąca: **matematyka (100%)**

- liczba semestrów studiów: **cztery**
- łączna liczba godzin zajęć organizowanych przez uczelnię: **1195**
- liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: **120**
- liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: **65**
- liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych: **6**
- liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru: **58**
- liczba punktów ECTS przypisana do zajęć związanych z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – *dotyczy studiów o profilu ogólnoakademickim*: **64**
- liczba punktów ECTS przypisana do zajęć kształtujących umiejętności praktyczne – *dotyczy studiów o profilu praktycznym*: **nie dotyczy**
- liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego: **nie dotyczy**
- wymiar odbywania studenckich praktyk zawodowych oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk: **nie dotyczy**
- liczba punktów ECTS uzyskiwanych w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: **do 55**
- sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia:
 - egzamin pisemny,
 - egzamin ustny,
 - test,
 - praca pisemna,
 - prezentacja tradycyjna lub multimedialna, projekt,
 - formy interaktywne (np. wystąpienie, dyskusje)
- tytuł zawodowy nadawany absolwentowi: **magister**

**DODATKOWE INFORMACJE DOTYCZĄCE WSZYSTKICH KART PRZEDMIOTÓW
NA KIERUNKU MATEMATYKA
DLA STUDIÓW STACJONARNYCH I i II STOPNIA
ROZPOCZYNAJACYCH SIĘ W ROKU AKADEMICKIM 2025/26**

1. Szczegółowe informacje o sposobie wyliczenia oceny z przedmiotów znajdujących się w programie studiów dla kierunku Matematyka (ocena formująca i podsumowująca) zostaną przedstawione na pierwszych zajęciach z przedmiotu lub zapisane w regulaminie przedmiotu i udostępnione wszystkim uczestnikom zajęć.

Pkt.5 § 12 Regulaminu studiów na Politechnice Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki

Nauczyciel akademicki prowadzący zajęcia podaje na pierwszych zajęciach szczegółowy opis przedmiotu, z uwzględnieniem zapisów w karcie przedmiotu, zawierający: informacje dotyczące efektów uczenia się, program zajęć, wykaz literatury, warunki uczestnictwa w zajęciach i usprawiedliwiania nieobecności na zajęciach, w tym liczbę dopuszczalnych nieobecności, **warunki uzyskiwania zaliczenia i składania egzaminu**, sposób informowania studentów o uzyskanych wynikach zaliczenia i egzaminu, terminy konsultacji oraz tryb wglądu do ocenionych prac zaliczeniowych i egzaminacyjnych, z zastrzeżeniem, iż studentowi przysługuje prawo wglądu do pracy będącej podstawą zaliczenia lub egzaminu w terminie czternastu dni od daty podania do wiadomości studentów informacji o wynikach zaliczenia lub egzaminu, jednak nie później, niż przed kolejnym terminem egzaminu lub zaliczenia.

2. Wszystkie zajęcia na kierunku Matematyka są możliwe do prowadzenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość.
3. Do godzin bezpośredniego kontaktu zaliczane są godziny konsultacji oraz przewidywane na zaliczenia i egzaminy jak również prezentację i obronę projektów.

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji (od 1.10.2025 Wydział Informatyki i Matematyki) Kierunek studiów: Matematyka				
Profil studiów: ogólnoakademicki Poziom studiów: drugi stopień Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji¹: 7 PRK Dziedzina lub dziedziny nauki/sztuki:² nauki ścisłe i przyrodnicze Dyscyplina naukowa/artystyczna lub dyscypliny naukowe/artystyczne wraz z ich procentowym udziałem względem kierunkowych efektów uczenia się:² matematyka (100%)				
Symbole efektów uczenia się	Przyporządkowanie do dyscypliny naukowej/artystycznej ³	KIERUNKOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ Obowiązują dla cykli kształcenia rozpoczynających się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy	Odniesienie do	
			uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK ⁴	charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się PRK ⁵
1	2	3	4	5
		WIEDZA: ABSOLWENT ZNA I ROZUMIE	Kod składnika opisu	Kod składnika opisu
K_W01	matematyka	elementy pogłębionej wiedzy z zakresu podstawowych działów matematyki	P7U_W	P7S_WG
K_W02	matematyka	rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	P7U_W	P7S_WG
K_W03	matematyka	najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	P7U_W	P7S_WG
K_W04	matematyka	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	P7U_W	P7S_WG
K_W05	matematyka	większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody w wybranej dziedzinie matematyki	P7U_W	P7S_WG
K_W06	matematyka	sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań w wybranej dziedzinie matematyki	P7U_W	P7S_WG

K_W07	matematyka	Powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	P7U_W	P7S_WG
K_W08	matematyka	zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia	P7U_W	P7S_WG
K_W09	matematyka	podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii	P7U_W	P7S_WG
K_W10	matematyka	metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych)	P7U_W	P7S_WG
K_W11	matematyka	matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w programowaniu i szeroko rozumianej informatyce	P7U_W	P7S_WG
K_W12	matematyka	dobrze co najmniej jeden pakiet oprogramowania, służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych	P7U_W	P7S_WG
K_W13	matematyka	język obcy na poziomie średniozaawansowanym (B2+)	P7U_W	P7S_UK
K_W14	matematyka	zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka	P7U_W	P7S_WK
		UMIEJĘTNOŚCI: ABSOLWENT POTRAFI	Kod składnika opisu	Kod składnika opisu
K_U01	matematyka	konstruować rozumowania matematyczne związane z dowodzeniem twierdzeń, jak i obalaniem hipotez poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	P7U_U	P7S_UW
K_U02	matematyka	wyrażać treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	P7U_U	P7S_UK
K_U03	matematyka	sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych	P7U_U	P7S_UW
K_U04	matematyka	w zagadnieniach matematycznych dostrzec struktury formalne związane z podstawowymi działami matematyki i rozumie ich własności	P7U_U	P7S_UW
K_U05	matematyka	swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym (w szczególności całką krzywoliniową i powierzchniową), elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	P7U_U	P7S_UW
K_U06	matematyka	wybrać metody rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, potrafi stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych	P7U_U	P7S_UW

K_U07	matematyka	omówić konstrukcję miary i całki Lebesgue'a, potrafi stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U08	matematyka	rozpoznawać struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej	P7U_U	P7S_UW
K_U09	matematyka	posługiwać się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystuje własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta	P7U_U	P7S_UW
K_U10	matematyka	stosować metody algebraiczne (z naciskiem na algebrę liniową) w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U11	matematyka	omówić podstawowe rozkłady probabilistyczne i ich własności, potrafi je stosować w zagadnieniach praktycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U12	matematyka	dobierać narzędzia w zakresie podstawowej statystyki (zagadnienia estymacji i testowanie hipotez) oraz podstawowej statystycznej obróbki danych	P7U_U	P7S_UW
K_U13	matematyka	na poziomie zaawansowanym, stosować oraz przedstawiać w mowie i na piśmie, metody co najmniej jednej wybranej gałęzi matematyki: analizy matematycznej i analizy funkcjonalnej, teorii równań różniczkowych i układów dynamicznych, algebry i teorii liczb, geometrii i topologii, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, matematyki dyskretniej i teorii grafów, logiki i teorii mnogości	P7U_U	P7S_UW
K_U14	matematyka	w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	P7U_U	P7S_UK
K_U15	matematyka	określić swoje zainteresowania i je rozwijać; w szczególności jest w stanie nawiązać kontakt ze specjalistami w swojej dziedzinie, np. rozumieć ich wykłady przeznaczone dla młodych matematyków	P7U_U	P7S_UW
K_U16	matematyka	konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki	P7U_U	P7S_UW
K_U17	matematyka	rozpoznawać struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U18	matematyka	stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk i analizy ich ewolucji	P7U_U	P7S_UW
K_U19	matematyka	stosować matematyczne podstawy analizy algorytmów i procesów obliczeniowych	P7U_U	P7S_UW

K_U20	matematyka	konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych nietypowych problemów matematycznych	P7U_U	P7S_UW
K_U21	matematyka	stosować metody komputerowo wspomaganego dowodzenia twierdzeń oraz logicznego wspomaganie weryfikacji i specyfikacji programów	P7U_U	P7S_UW
K_U22	matematyka	przeprowadzać ekspertyzy statystyczne	P7U_U	P7S_UW
		KOMPETENCJE SPOŁECZNE: ABSOLWENT JEST GOTÓW DO	Kod składnika opisu	Kod składnika opisu
K_K01	matematyka	dyskusji ograniczeń własnej wiedzy i kontynuowania dalszego kształcenia	P7U_K	P7S_KK
K_K02	matematyka	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	P7U_K	P7S_KK
K_K03	matematyka	pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	P7U_K	P7S_UO
K_K04	matematyka	rozumienia i doceniania uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	P7U_K	P7S_KR
K_K05	matematyka	popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	P7U_K	P7S_KO
K_K06	matematyka	samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	P7U_K	P7S_KK
K_K07	matematyka	formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych	P7U_K	P7S_KO

Objaśnienia używanych symboli:

1. Uniwersalne charakterystyki poziomów PRK (pierwszego stopnia):

P = poziom PRK (6, 7)

U = charakterystyka uniwersalna

W = wiedza

U = umiejętności

K = kompetencje społeczne

Przykłady:

P6U_W = poziom 6 PRK, charakterystyka uniwersalna, wiedza

„Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu – fakty, teorie, metody oraz złożone zależności między nimi. Absolwent zna i rozumie różnorodne, złożone uwarunkowania prowadzonej działalności.”

P7U_W = poziom 7 PRK, charakterystyka uniwersalna, wiedza

„Absolwent zna i rozumie w pogłębiony sposób wybrane fakty, teorie, metody oraz złożone zależności między nimi, także w powiązaniu z innymi dziedzinami. Absolwent zna i rozumie różnorodne, złożone uwarunkowania i aksjologiczny kontekst prowadzonej działalności.”

2. Charakterystyki poziomów PRK typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (drugiego stopnia):

P = poziom PRK (6, 7)

S = charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

W = **wiedza**

G = głębia i zakres

K = kontekst

U = **umiejętności**

W = wykorzystanie wiedzy

K = komunikowanie się

O = organizacja pracy

U = uczenie się

K = **kompetencje społeczne**

K = krytyczna ocena

O = odpowiedzialność

R = rola zawodowa

Przykłady:

P6S_WG = poziom 6 PRK, charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego, wiedza–głębina i zakres

„Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów, a w przypadku studiów o profilu praktycznym – również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem”

P7S_WG = poziom 7 PRK, charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego, wiedza – głębina i zakres

„Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów, a w przypadku studiów o profilu praktycznym – również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem”. Absolwent zna i rozumie główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych lub artystycznych, do których jest przyporządkowany kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim.”

3. W przypadku braku Kodu składnika opisu należy wprowadzić poziomą kreskę.

¹Należy podać właściwy poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji, zgodnie z ustawą z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r. poz. 226).

²W przypadku więcej niż jednej dziedziny nauki/sztuki lub dyscypliny naukowej/artystycznej należy wpisać wszystkie, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz.U. z 2022 r. poz. 2202).

³Należy podać nazwę dyscypliny naukowej, do której przyporządkowany został efekt uczenia się, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych.

⁴Opis zakładanych efektów uczenia się dla kierunku studiów, poziomu i profilu uwzględnia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2020 r. poz. 226), właściwe dla danego poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji.

⁵Część I charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji określone w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji (Dz.U. z 2018 r. poz. 2218).

KARTA PRZEDMIOTU

Algorytmy w geometrii semialgebraicznej <i>nazwa przedmiotu</i>
Algorithms in semialgebraic geometry <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Analiza matematyczna (2 semestry),
2. Algebra liniowa (2 semestry).
3. Algebra ogólna.

Cele przedmiotu:

1. Zaznajomienie studentów z metodami i algorytmami algebry rzeczywistej i geometrii semialgebraicznej w modelowaniu matematycznym przy wykorzystaniu programu Mathematica (ewentualnie Sage, Maxima lub Singular).

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student definiuje pojęcia, podaje przykłady i przywołuje twierdzenia z algebry rzeczywistej.	K_W07
EW3	Student definiuje pojęcia, podaje przykłady i przywołuje twierdzenia z geometrii semialgebraicznej oraz podaje opis jej algorytmów (ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów implementowanych w programach algebry komputerowej).	K_W04, K_W08
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	Student własnoręcznie określa liczbę i znajduje rzeczywiste pierwiastki wielomianów. Rozwiązuje warunki znakowe na układy wielomianów.	K_U04, K_U13
EU4	Student wykorzystuje program Mathematica (ewentualnie Sage, Maxima, Singular) w zakresie algorytmów z geometrii semialgebraicznej.	K_U13, K_U16
EU4	Student wykorzystuje program Mathematica (ewentualnie Sage, Maxima, Singular) w zakresie algorytmów z geometrii semialgebraicznej.	K_U16
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student jest aktywny na zajęciach, samodzielnie wyszukuje informacje na temat rozwoju algorytmów geometrii semialgebraicznej.	K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	5	Z	30	0	0	15	15	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	1) Motywacja przedmiotu (planowanie ruchu robotów, grafika komputerowa). 2h. 2) Podstawy algebry rzeczywistej. 10h. 3) Podręczniki i podręczniki. 7h.	19
2	W	4) Podstawy geometrii semialgebraicznej. 7h. 5) Rozkład cylindryczny, stratyfikacje, triangulacje. 4h.	11
3	P	Rozwiązywanie warunków znakowych na układ wielomianów jednej zmiennej rzeczywistej (ewentualnie z parametrem rzeczywistym). 9h.	9
4	P	Wykonywanie rozkładów cylindrycznych (ewentualnie stratyfikacji i triangulacji) zgodnych ze zbiorami semialgebraicznymi w przestrzeni dwu- lub trzowymiarowej. 6h.	6
5	LK	Praca z algorytmami dotyczącymi algebry rzeczywistej i geometrii semialgebraicznej w programie Mathematica (ewentualnie Sage, Maxima, Singular). 15h.	15

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Studiowanie literatury i przygotowanie do zajęć	70
2	Zaliczenie i obrona projektu (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	5
3	Konsultacje (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	15

Metody dydaktyczne:

konsultacje, praca z tekstem/materiałem audio i wideo, projekt, wykład, ćwiczenia tablicowe, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, kolokwium, odpowiedź ustna, prezentacja, projekt, referat, sprawozdanie z pracy indywidualnej, sprawozdanie z pracy zespołowej, kolokwium z zadań, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Student z widoczną biegłością definiuje pojęcia, podaje przykłady i przywołuje twierdzenia geometrii semialgebraicznej, podaje algorytmy algebry rzeczywistej i geometrii semialgebraicznej z ich opisem. Weryfikacja w ramach obrony projektu.
2. Student swobodnie i z merytorycznym pożytkiem wykorzystuje informacje z miejsc wybranych przez siebie (weryfikacja w ramach obrony projektu). Wykazuje się znaczną aktywnością.
3. Student biegle wykorzystuje procedury programu Mathematica (ewentualnie Sage) do zaawansowanych zadań z geometrii semialgebraicznej i adaptuje niektóre procedury do rozwiązywania zadania spoza geometrii semialgebraicznej. Weryfikacja w ramach obrony projektu.
4. Student z bardzo dobrym zrozumieniem definiuje pojęcia, podaje przykłady i przywołuje twierdzenia algebry rzeczywistej. Przynajmniej 90% w części teoretycznej kolokwium.
5. Student biegle rozwiązuje wielomianowe warunki znakowe z parametrem. Przynajmniej 90% w części zadaniowej kolokwium.

Literatura:

obowiązkowa:

1. S. Basu, Algorithms in Real Algebraic Geometry: a survey, New York, 2014, arxiv.org
2. S. Basu, R. Pollack, M.-F. Roy, Algorithms in Real Algebraic Geometry, Berlin, 2010, Springer
3. M. Coste, An Introduction to Semialgebraic Geometry, Pisa, 2000, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali

zalecana/fakultatywna:

1. A. Piękosz, Wstęp do teorii modeli, Kraków, 2008, Wydawnictwo PK

Analiza funkcjonalna <i>nazwa przedmiotu</i>
Functional analysis <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

Nie określono wymagań wstępnych

Cele przedmiotu:

1. Nauczenie analizy funkcjonalnej w podstawowym zakresie, niezbędnym do zastosowań w dalszym ciągu studiów.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie ciągów i przestrzenie funkcyjne. Przestrzenie skończone wymiarowe. Operatory liniowe operator całkowy. Ciągłość a ograniczoność. Norma. Rozszerzenie operatora z podprzestrzeni gęstej. Działania na operatorach. Przestrzenie unitarne. Zagadnienie najlepszej aproksymacji. Bazy ortogonalne. Szeregi Fouriera.	K_W04, K_W06, K_W10, K_W14
EW1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie ciągów i przestrzenie funkcyjne. Przestrzenie skończone wymiarowe. Operatory liniowe operator całkowy. Ciągłość a ograniczoność. Norma. Rozszerzenie operatora z podprzestrzeni gęstej. Działania na operatorach. Przestrzenie unitarne. Zagadnienie najlepszej aproksymacji. Bazy ortogonalne. Szeregi Fouriera.	K_W10
EW1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie ciągów i przestrzenie funkcyjne. Przestrzenie skończone wymiarowe. Operatory liniowe operator całkowy. Ciągłość a ograniczoność. Norma. Rozszerzenie operatora z podprzestrzeni gęstej. Działania na operatorach. Przestrzenie unitarne. Zagadnienie najlepszej aproksymacji. Bazy ortogonalne. Szeregi Fouriera.	K_W14
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie unitarne i bazy w nich. Operatory liniowe ograniczone. Obliczania norm. Niektóre klasy operatorów. Ciągi operatorów.	K_U01, K_U06, K_U12, K_U14, K_U16, K_U18, K_U19
EU1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie unitarne i bazy w nich. Operatory liniowe ograniczone. Obliczania norm. Niektóre klasy operatorów. Ciągi operatorów.	K_U12
EU1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie unitarne i bazy w nich. Operatory liniowe ograniczone. Obliczania norm. Niektóre klasy operatorów. Ciągi operatorów.	K_U16
EU1	Przestrzenie Banacha. Przestrzenie unitarne i bazy w nich. Operatory liniowe ograniczone. Obliczania norm. Niektóre klasy operatorów. Ciągi operatorów.	K_U19

EU2	Szereg von Neumanna. Zastosowania do równań całkowych. Przestrzeń sprzężona. Słaba i słaba* zbieżność. Operator sprzężony. Widmo operatora liniowego	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	6	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Przestrzenie Banacha . Przestrzenie ciągów i przestrzenie funkcyjne. Przestrzenie skończenie wymiarowe (Tw. Bolzano-Weierstrassa). Przestrzenie unitarne. Zagadnienie najlepszej aproksymacji. Bazy ortogonalne. Szeregi Fouriera.	6
2	W	Operatory liniowe (Przykłady: macierz, operator całkowy, operator różniczkowy). Ciągłość a ograniczoność. Norma. Rozszerzenie operatora z podprzestrzeni gęstej. Działania na operatorach. Przestrzeń $L(X,Y)$. Niektóre klasy operatorów (Izomeria, Izomorfizm, Operatory skończenie wymiarowe i pełnociągłe). Ciągi operatorów. Operator odwrotny. Twierdzenie o wykresie domkniętym. Szereg von Neumanna. Zastosowania do równań całkowych.	8
3	W	Funkcjonały liniowe i ograniczone na przestrzeniach unormowanych (Przykłady funkcyjnałów i obliczenia ich normy. Jądro funkcyjnału). Twierdzenie Hahna-Banacha. Przestrzeń sprzężona. Przykłady. Słaba i słaba* zbieżność. Twierdzenie Banacha-Alaoglu. Przestrzeń druga sprzężona. Refleksywność. Operator sprzężony. Operator sprzężony w przestrzeni Hiberna.	11
4	W	Widmo operatora liniowego. Widmo operatora pełnociągłego. Twierdzenie Hilberta. Teoria Fredholma.	5
5	C	Przestrzenie Banacha	3

6	C	Przestrzenie unitarne i bazy w nich.	3
7	C	Operatory liniowe ograniczone. Obliczania norm. Niektóre klasy operatorów (Izomeria, Izomorfizm, Operatory skończenie wymiarowe i pełnociągłe). Ciągi operatorów.	9
8	C	Szereg von Neumanna. Zastosowania do równań całkowych. Funkcjonały liniowe i ograniczone na przestrzeniach unormowanych. Przestrzeń sprzężona. Słaba i słaba* zbieżność.	9
9	C	Operator sprzężony. Operator sprzężony w przestrzeni Hilberta. Widmo operatora liniowego	6

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	15
2	konsultacje przedmiotowe	15
3	egzaminy i zaliczenia w sesji	4
4	Studiowanie literatury, przygotowanie się do zajęć	86

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, konsultacje, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0 Student potrafi w sposób bezbłędny formułować twierdzenia, podawać przykłady oraz prezentować pełne dowody wszystkich twierdzeń.
2. Na ocenę 5.0 Student potrafi bezbłędnie, w mowie i na piśmie, wykorzystywać twierdzenia i metody poznane na wykładach, podawać precyzyjne, ścisłe uzasadnienia poprawności swoich rozumowań oraz potrafi konstruować przykłady i kontrprzykłady
3. Na ocenę 5.0 Student potrafi w sposób bezbłędny formułować twierdzenia, podawać przykłady oraz prezentować pełne dowody wszystkich twierdzeń.
4. Na ocenę 5.0 Student potrafi bezbłędnie, w mowie i na piśmie, wykorzystywać twierdzenia i metody poznane na wykładach, podawać precyzyjne, ścisłe uzasadnienia poprawności swoich rozumowań oraz potrafi konstruować przykłady i kontrprzykłady.

Literatura:

obowiązkowa:

1. J. Chmielewski. ? Analiza funkcjonalna, Kraków, 2004, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej
2. W. Rudin. ? Analiza funkcjonalna, Warszawa, 2001, PWN
3. Prykarpatski A., Kycia R.r ? Wstęp do analizy funkcjonalnej., Kraków, 2023, PK

zalecana/fakultatywna:

1. J. Musielak. ? Wstęp do analizy funkcjonalnej, Warszawa, 1976, PWN

Analiza matematyczna <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematical analysis <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczony pierwszy stopień studiów matematycznych.

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi faktami teorii miary i całki Lebesgue'a; przestrzeń L_p .
2. Formy różniczkowe oraz ich całkowanie.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW3	elementy pogłębionej wiedzy z zakresu podstawowych działów matematyki	K_W01
EW4	najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	K_W03
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym, elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	K_U05
EU4	omówić konstrukcję miary i całki Lebesgue'a; potrafi stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych	K_U07
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02
EK3	formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych	K_K07

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	10	E	60	60	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Definicja sigma ciała - własności i przykłady.	2
2	W	Miara i jej własności.	2
3	W	Miara zewnętrzna, twierdzenie Caratheodory'ego	3
4	W	Miara Lebesgue'a, charakteryzacja zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a.	3
5	W	Funkcje mierzalne, warunki równoważne, przykłady.	2
6	W	Działania na funkcjach mierzalnych.	2
7	W	Funkcje proste i ich całkowanie, własności całek z funkcji prostych.	4
8	W	Funkcje mierzalne nieujemne jako granice rosnących ciągów funkcji prostych, całka z funkcji mierzalnej nieujemnej.	3
9	W	Podstawowe własności całek z funkcji mierzalnych nieujemnych.	2
10	W	Twierdzenie o monotonicznym przechodzeniu do granicy pod znakiem całki, lemat Fatou.	2
11	W	Całka Lebesgue'a, definicja i własności.	2
12	W	Twierdzenia Lebesgue'a o monotonicznym i o zmajoryzowanym przechodzeniu do granicy pod znakiem całki.	2
13	W	Związek Całki Riemanna z całką Lebesgue'a, zasada Cavalieriego.	2
14	W	Twierdzenia: Tonelly'ego i Fubini'ego.	2
15	W	Twierdzenie o zmianie zmiennych w całce Lebesgue'a.	2
16	W	Odwzorowania p-liniowe znakovzmiennye, działania algebraiczne i iloczyn zewnętrzny, baza przestrzeni odwzorowań p-liniowych znakovzmiennych i jej postać.	3
17	W	Formy różniczkowe stopnia p - własności, postać kanoniczna i klasa.	3
18	W	Różniczka zewnętrzna formy różniczkowej i jej własności.	2
19	W	Zmiana zmiennych w formie różniczkowej.	2
20	W	Pierwotna formy różniczkowej, twierdzenie Poincarego.	3
21	W	Całka krzywoliniowa zorientowana i jej obliczanie oraz zastosowania, niezależność od drogi całkowania.	3
22	W	Orientacja podrozmiarowości R_n , twierdzenie Greena - Riemanna.	3
23	W	Całka powierzchniowa zorientowana i jej związek z całką powierzchniową niezorientowaną, Twierdzenia Greena - Gaussa - Ostrogradskiego.	3
24	W	Twierdzenie Stokesa, elementy teorii pól wektorowych.	3
25	C	Sprawdzanie czy dana rodzina jest sigma-ciałem, wyznaczanie własności sumy, przecięcia sigma -ciał, pierścienie, sigma-pierścienie, ciała podzbiorów danego zbioru.	2
26	C	Sprawdzanie czy dana funkcja jest miarą, wykorzystanie własności miary przy dowodzeniu własności nie podanych na wykładzie, miary liczące, atomowe.	3
27	C	Sprawdzanie czy dana funkcja jest miarą zewnętrzną, konstruowanie miar przy pomocy twierdzenia Caratheodory'ego, zupełność.	3

28	C	Wykazywanie własności m-wymiarowa miary zewnętrznej Lebesgue'a, zbiór Cantora, zbiór Vitaliego.	2
29	C	Sprawdzanie mierzalności funkcji względem danego sigma-ciała, konstruowanie sigma-ciał generowanych przez funkcje.	2
30	C	Działania na funkcjach mierzalnych.	2
31	C	Przypomnienie wiadomości o szeregach liczbowych, całkowanie funkcji prostej nieujemnej, całka funkcji Dirichleta, całka funkcji skokowej Heaviside'a, własności całki funkcji prostej.	4
32	C	Całkowanie funkcji mierzalnej nieujemnej, konstruowanie ciągu aproksymującego funkcję mierzalną nieujemną w przypadku przestrzeni ciągów oraz przestrzeni funkcji rzeczywistych.	3
33	C	Badanie całkowalności funkcji, wykorzystanie warunku koniecznego na całkowalność oraz warunku wystarczającego.	2
34	C	Zastosowanie twierdzenia o monotonicznym przechodzeniu do granicy pod znakiem całki, zastosowanie lematu Fatou.	2
35	C	Całka Lebesgue'a.	2
36	C	Zastosowanie twierdzenia Lebesgue'a o zmajoryzowanym przechodzeniu do granicy pod znakiem całki.	2
37	C	Wykorzystanie związku całki Riemanna z całką Lebesgue'a, wykorzystanie sum całkowych Riemanna do wyznaczania sum szeregów, wykorzystanie zasady Cavalieriego, geometryczna interpretacja całki funkcji nieujemnej.	2
38	C	Zastosowania twierdzeń: Tonellyego i Fubinięgo.	2
39	C	Zamiana zmiennych w całce Lebesgue'a.	2
40	C	Przypomnienie własności odwzorowań liniowych i wieloliniowych, sprawdzanie czy dane odwzorowanie jest p-liniowe znakovienne, struktura przestrzeni $A_p(E; F)$, mnożenie zewnętrzne odwzorowań wieloliniowych znakoviennych i wykorzystanie jego własności, obliczanie iloczynu zewnętrznego k-form liniowych, wyznaczanie bazy przestrzeni $A_p(R^k; R)$, wykorzystanie domkniętości przestrzeni $A_p(R^k; R)$, przestrzeń $A_p(R^k; R)$ jako przestrzeń unitarna.	2
41	C	Sprawdzanie czy dane odwzorowanie jest formą różniczkową, postać kanoniczna.	2
42	C	Wykonywanie operacji na formach różniczkowych: iloczyn zewnętrzny, różniczka zewnętrzna, zmiana zmiennych w formie różniczkowej.	4
43	C	Wyznaczanie pierwotnej formy, badanie zamkniętości formy, wykorzystanie twierdzenia Poincarego.	2
44	C	Przypomnienie definicji łuku, krzywej, podrozmaitości jednowymiarowej, badanie zgodności orientacji krzywej z wyborem parametryzacji, obliczanie całki krzywoliniowej zorientowanej, wykorzystanie niezależności od parametryzacji krzywej, całkowanie formy różniczkowej zamkniętej, cykl, badanie czy krzywe są homotopijne, zbiór p-spójny, obliczanie całki krzywoliniowej zorientowanej jako granicy ciągu sum całkowych, zastosowanie całki krzywoliniowej.	3

45	C	Podrozmaitości orientowalne, wstęga Möbiusa, sprawdzanie czy dany zbiór jest kompaktem, kompaktem z brzegiem, kompaktem z brzegiem na podrozmaitości, sprawdzanie zgodności orientacji, obliczanie całki formy różniczkowej stopnia drugiego w przestrzeni R^2 , zastosowanie twierdzenia Greena-Riemanna, obliczanie całki powierzchniowej zorientowanej, wykorzystanie własności całki powierzchniowej zorientowanej.	3
46	C	Obliczanie całki powierzchniowej zorientowanej, wykorzystanie własności całki powierzchniowej zorientowanej.	3
47	C	Definicja całki formy różniczkowej stopnia trzeciego w R^3 , zastosowania twierdzenia Greena-Gaussa-Ostrogradskiego.	3
48	C	Zastosowania twierdzenia Stokesa, wyznaczanie dywergencji, rotacji, gradientu pola.	3

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	40
2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	110
4	Zapoznanie się z materiałami na platformie e-learningowej, przygotowanie do egzaminu	20

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, konsultacje, praca w grupach, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, odpowiedź ustna

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0: Student potrafi w sposób bezbłędny formułować twierdzenia, podawać przykłady oraz prezentować pełne dowody wszystkich twierdzeń i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów. .
2. Na ocenę 5.0: Student potrafi bezbłędnie, w mowie i na piśmie, wykorzystywać twierdzenia i metody poznane na wykładach i podawać precyzyjne, ściśle uzasadnienia poprawności swoich rozumowań oraz potrafi konstruować przykłady i kontrprzykłady i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów. .
3. Na ocenę 5.0: Student potrafi w sposób bezbłędny formułować twierdzenia, podawać przykłady oraz prezentować pełne dowody wszystkich twierdzeń i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.

4. Na ocenę 5.0: Student potrafi bezbłędnie, w mowie i na piśmie, wykorzystywać twierdzenia i metody poznane na wykładach i podawać precyzyjne, ściśle uzasadnienia poprawności swoich rozumowań oraz potrafi konstruować przykłady i kontrprzykłady i uzyskać przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów.

Literatura:

obowiązkowa:

1. W. Kołodziej – Analiza Matematyczna, Warszawa, 1983, PWN
2. L. M. Drużkowski – Analiza Matematyczna dla Fizyków, Kraków, 1997, Wyd. UJ
3. W. Stankiewicz – Zadania z Matematyki dla Wyższych Uczelni, Warszawa, 1983, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. M. Spivak – Analiza Matematyczna na Rozmaitościach, Warszawa, 1977, PWN

Analiza szeregów czasowych <i>nazwa przedmiotu</i>
Time Series Analysis <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Rachunek prawdopodobieństwa
2. Podstawy statystyki
3. Metody stochastyczne

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z kilkoma ważnymi modelami szeregów czasowych.
2. Przedstawienie metod modelowania i analizy szeregów czasowych, w szczególności: opanowanie technik diagnostycznych, zastosowania w prognozowaniu.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Znajomość kilku ważnych modeli szeregów czasowych, wykorzystywanych do opisu danych empirycznych (m. in. ARIMA, GARCH) oraz rozeznanie się co do ich własności (m. in. przyczynowość, stacjonarność).	K_W12
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	Dokonanie wstępnej analizy, wizualizacji oraz obróbki szeregu czasowego: transformacje stacjonaryzujące (eliminacja trendu, sezonowości); wygładzanie z użyciem filtrów liniowych; wyrównywanie sezonowe.	K_U16, K_U18, K_U22
EU3	Dokonanie wstępnej analizy, wizualizacji oraz obróbki szeregu czasowego: transformacje stacjonaryzujące (eliminacja trendu, sezonowości); wygładzanie z użyciem filtrów liniowych; wyrównywanie sezonowe.	K_U22
EU4	Dopasowanie do danych modelu typu ARIMA, GARCH z zastosowaniem dedykowanych pakietów i procedur m. in. środowiska RStudio. Zdolność do przeprowadzenia wnioskowania statystycznego w oparciu o model, umiejętność diagnostyki modelu i wykorzystania go do konstrukcji prognoz.	K_U13, K_U16, K_U18
EU4	Dopasowanie do danych modelu typu ARIMA, GARCH z zastosowaniem dedykowanych pakietów i procedur m. in. środowiska RStudio. Zdolność do przeprowadzenia wnioskowania statystycznego w oparciu o model, umiejętność diagnostyki modelu i wykorzystania go do konstrukcji prognoz.	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		

EK2	Merytorycznie podparte predyspozycje do pracy grupowej nad złożonymi zagadnieniami modelowania danych przy użyciu szeregów czasowych (komercyjne rozwiązania biznesowe) w poszanowaniu norm etycznych i społecznych.	K_K01, K_K03, K_K04, K_K06
EK2	Merytorycznie podparte predyspozycje do pracy grupowej nad złożonymi zagadnieniami modelowania danych przy użyciu szeregów czasowych (komercyjne rozwiązania biznesowe) w poszanowaniu norm etycznych i społecznych.	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	0	0	30	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Szereg czasowy jako proces stochastyczny. Empiryczne zbiory danych jako szeregi czasowe - przykłady z różnych dziedzin, wizualizacja. Finansowe szeregi czasowe. Słaby i mocny biały szum, błędzenie losowe. Filtry liniowe. Przyczynowość. Twierdzenie o dekompozycji Wolda.	5
2	W	Niestacjonarność: trend deterministyczny, pierwiastki jednostkowe, sezonowość. Wygładzanie szeregu za pomocą filtrów liniowych, transformacje stacjonaryzujące. Wyrównywanie sezonowe addytywne i multiplikatywne. Model klasycznej dekompozycji.	6
3	W	Prognozowanie szeregów czasowych. Technika wygładzania i prognozowania Holta-Wintersa. Miary jakości prognoz: RMSE, MAE, MAPE.	3
4	W	Estymacja, diagnostyka i wnioskowanie statystyczne dla modeli ARIMA. Wzmianka o modelach SARIMA.	4
5	W	Modelowanie zmienności: klasa modeli warunkowo heteroskedastycznych typu GARCH. Podstawowe własności i twierdzenia. Estymacja metodą QML. Model hybrydowy ARMA-GARCH. Wybrane uogólnienia modeli GARCH.	6
6	W	Modelowanie długiej pamięci: modelu FARIMA, ułamkowy ruch Browna. Podstawowe wiadomości o wektorowym modelu VAR. Wzmianka o kointegracji i przyczynowości w sensie Grangera. Szeregi czasowe z punktami nagłej zmiany (structural breaks). Modele eksplozywne i bańki spekulacyjne.	6

7	LK	Komputerowe symulacje symetrycznego i niesymetrycznego błędzenia losowego. Modelowanie prostych gier losowych i dyskretnego procesu ceny.	4
8	LK	Wygładzanie szeregów czasowych za pomocą średnich ruchomych prostych i wykładniczych. Zastosowanie filtrów liniowych do eliminacji niestacjonarności.	4
9	LK	Wyrównywanie sezonowe i multiplikatywne (funkcja decompose w RStudio). Zastosowania modelu Holta-Wintersa do wygładzania i prognozowania szeregów czasowych. Obliczanie kryteriów dokładności prognoz.	6
10	LK	Estymacja, diagnostyka statystyczna i prognozowanie w klasie modeli ARIMA.	4
11	LK	Użycie testów statystycznych do detekcji efektów typu GARCH. Modelowanie stóp zwrotu i zmienności za pomocą klasy GARCH. Numeryczna estymacja parametrów modelu metodą QML (pakiet fGarch z RStudio) i diagnostyka statystyczna. Zastosowanie w dynamicznej kontroli ryzyka inwestycji. Symulacja i estymacja modeli uogólnionych: APGARCH, EGARCH.	6
12	LK	Komputerowa inspekcja baniek spekulacyjnych i krachów pod kątem dynamik ekstremalnych. Krótki studium modelu wektorowej autoregresji VAR.	6

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Godziny wynikające z planu studiów (30w, 30c)	60
2	Konsultacje przedmiotowe	30
3	Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
4	Przygotowywanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
5	Opracowanie wyników	25
6	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
7	Przygotowanie merytoryczne do egzaminu końcowego	30

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, wykład, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, sprawozdanie z pracy zespołowej, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Na ocenę dst (3.0) wymagane zdobycie minimum 50% ale poniżej 60% sumarycznej puli punktów z przedmiotu, pod warunkiem zaliczenia egzaminu końcowego oraz zanotowania maksymalnie 3 nieobecności na laboratoriach, w tym co najwyżej 2 nieusprawiedliwionych.
2. Na ocenę dst+ (3.5) wymagane zdobycie minimum 60% ale poniżej 70% sumarycznej puli punktów z przedmiotu pod warunkiem zdania egzaminu końcowego i odnotowania frekwencji na

laboratoriach.

3. Na ocenę db (4.0) wymagane zdobycie minimum 70% ale poniżej 80% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do egzaminu i frekwencji na laboratorium.
4. Na ocenę db+ (4.5) - uczestnik kursu uzyskał minimum 80% ale poniżej 90% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do egzaminu i frekwencji na laboratorium.
5. Na ocenę bdb (5.0) uczestnik kursu zdobył minimum 90% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do egzaminu i frekwencji na laboratorium. Wykazuje wzorową wiedzę merytoryczną oraz umiejętności praktycznego modelowania danych rzeczywistych, prezentując wysokie kompetencje społeczne w zakresie pracy zespołowej nad zaawansowanymi zagadnieniami przy poszanowaniu zasad uczciwości i etyki biznesowej.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Brockwell P. J., Davis R. A. - "Introduction to Time Series and Forecasting", SPRINGER New York, 2002
2. Shumway R. H., Stoffer D. S. - "Time Series Analysis and Its Applications", SPRINGER New York, 2006

zalecana/fakultatywna:

1. Suchwałko A., Zagdański A. - "Analiza i prognozowanie szeregów czasowych", PWN Warszawa, 2015
2. Tsay R. S. - "Analysis of Financial Time Series", WILEY New Jersey, 2010

Analiza zespolona <i>nazwa przedmiotu</i>
Complex analysis <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

Nie określono wymagań wstępnych

Cele przedmiotu:

1. Zaznajomienie studentów w teorii i praktyce z podstawami analizy zespolonej jednej zmiennej, w szczególności z teorią funkcji holomorficznych, meromorficznych i harmonicznymi i ich podstawowymi własnościami

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Zna i rozumie podstawowe w analizie zespolonej jednej zmiennej definicje oraz twierdzenia i ich dowody. Zna zastosowania wybranych twierdzeń i metod z analizy zespolonej w innych dziedzinach matematyki.	K_W01, K_W02, K_W05, K_W07
EW1	Zna i rozumie podstawowe w analizie zespolonej jednej zmiennej definicje oraz twierdzenia i ich dowody. Zna zastosowania wybranych twierdzeń i metod z analizy zespolonej w innych dziedzinach matematyki.	K_W05
EW1	Zna i rozumie podstawowe w analizie zespolonej jednej zmiennej definicje oraz twierdzenia i ich dowody. Zna zastosowania wybranych twierdzeń i metod z analizy zespolonej w innych dziedzinach matematyki.	K_W07
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Umie wskazać przykłady definiowanych obiektów, potrafi uzasadnić konieczność pewnych założeń w twierdzeniach przez dobór kontrprzykładów, Umie zastosować poznaną teorię przy rozwiązywaniu zadań o różnym poziomie trudności. Potrafi samodzielnie przeprowadzić dowód prostych twierdzeń w oparciu o poznaną teorię.	K_U01, K_U02, K_U04, K_U05
EU1	Umie wskazać przykłady definiowanych obiektów, potrafi uzasadnić konieczność pewnych założeń w twierdzeniach przez dobór kontrprzykładów, Umie zastosować poznaną teorię przy rozwiązywaniu zadań o różnym poziomie trudności. Potrafi samodzielnie przeprowadzić dowód prostych twierdzeń w oparciu o poznaną teorię.	K_U04
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Rozpoznaje ograniczenia własnej wiedzy i precyzyjnie formułuje pytania dotyczące danego tematu.	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Liczby zespolone. Podstawowe funkcje zespolone. Ciągi i szeregi liczbowe.	2
2	W	Różniczkowalność funkcji zespolonych. Podstawowe własności funkcji holomorficznych.	2
3	W	Całkowanie funkcji zespolonych. Twierdzenie całkowe Cauchy'ego. Wzór całkowy Cauchy'ego.	6
4	W	Szeregi potęgowe. Szeregi Taylora funkcji holomorficznych.	2
5	W	Dalsze własności funkcji holomorficznych. Zasada maksimum. Zasada identyczności. Twierdzenie Morery. Twierdzenie Liouville'a. Twierdzenie Weierstrassa.	6
6	W	Osobliwości funkcji holomorficznych. Szeregi Laurenta.	2
7	W	Twierdzenie o residuach. Zastosowanie do obliczania całek rzeczywistych.	4
8	W	Funkcje meromorficzne. Lokalizacja zer funkcji holomorficznych. Twierdzenie Rouché'a	2
9	W	Funkcje harmoniczne. Wzór Poissona.	2
10	W	Odwzorowania konforemne. Automorfizmy. Lemat Schwarz'a.	2
11	C	Własności liczb zespolonych. Rozwiązywanie równań, nierówności. Obliczanie granic ciągów liczbowych, badanie zbieżności szeregów.	4
12	C	Badanie własności podstawowych funkcji zespolonych: $\exp$, $\sin$, $\cos$, $\sinh$, $\cosh$, Arg , Log .	2
13	C	Badanie różniczkowalności funkcji zespolonych. Wykorzystanie równań Cauchy'ego - Riemanna w zadaniach teoretycznych.	2
14	C	Obliczanie całek z funkcji zespolonych z definicji i z wykorzystaniem funkcji pierwotnej. Zastosowanie wzoru całkowego Cauchy'ego do obliczania pewnych typów całek.	2
15	C	Obliczanie supremum i infimum funkcji zmiennej zespolonej na danym obszarze. Wykorzystanie zasady maksimum, zasady identyczności i innych własności funkcji holomorficznych w zadaniach teoretycznych.	4
16	C	Badanie zbieżności szeregów potęgowych. Wyznaczanie promienia zbieżności. Rozwijanie funkcji w szereg Taylora - metody.	2

17	C	Badanie osobliwości izolowanych funkcji holomorficzných.	2
18	C	Rozwijanie funkcji w szereg Laurenta na pierścieniach. Określanie typu osobliwości izolowanej na podstawie postaci szeregu Laurenta w odpowiednim pierścieniu. Obliczanie residuum.	2
19	C	Zastosowanie twierdzenia o residuach do obliczania całek z funkcji zespolonych.	2
20	C	Zastosowania twierdzenia o residuach do obliczania pewnych typów całek z funkcji rzeczywistych.	2
21	C	Obliczanie pewnych całek zespolonych z wykorzystaniem zasady argumentu. Obliczanie liczby pierwiastków wielomianu leżących w zadanym obszarze.	2
22	C	Konstruowanie automorfizmów o zadanych własnościach. Wykorzystanie lematu Schwarza i lematu Schwarza-Picka w zadaniach teoretycznych.	2
23	C	Funkcje harmoniczne. Konstruowanie przykładów i badanie własności.	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	45
2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	45
4	Studiowanie materiałów i rozwiązywanie zadań z e-kursu	50

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, wykład, ćwiczenia tablicowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0 Student biegle przedstawia dowody trzech wskazanych twierdzeń uzupełniając brakujące fragmenty rozumowania, zna definicje występujących obiektów wraz z przykładami, potrafi podać kontrprzykłady do występujących w twierdzeniach założeń.
2. Na ocenę 5.0 Student potrafi bezbłędnie rozwiązać zadania o różnym poziomie trudności, teoretyczne i obliczeniowe.
3. Na ocenę 5.0 Student regularnie aktywnie uczestniczy w zajęciach. Zadaje pytania dotyczące tematu, rozwiązuje przykładowe zadania na tablicy

Literatura:

obowiązkowa:

1. R. Narasimhan ? Y. Nievergelt, Boston, 2001, Birkhauser

2. A. Ganczar ? Analiza zespolona w zadaniach, Warszawa, 2010, PWN
3. J. Krzyż ? Zbiór zadań z funkcji analitycznych, Warszawa, 1965, PWN

zalecana/fakultatywna:

Ekonofizyka <i>nazwa przedmiotu</i>
Econophysics <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Podstawy analizy matematycznej, algebry i rachunku prawdopodobieństwa.

Cele przedmiotu:

1. Ukazanie metod fizyki teoretycznej, przydatnych w matematyce, finansach i ekonomii.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		

EW2	podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach fizycznych, wykorzystywane w modelowaniu rynków finansowych	K_W09
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk i analizy ich ewolucji w fizyce i ekonofizyce	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	W	Wstęp: motywacja - fizyka a finanse. Fizyka a matematyka. Czym zajmuje się ekonofizyka? Cechy fizycznych układów złożonych a charakterystyka rynków finansowych. Procesy stochastyczne w fizyce: układy klasyczne i złożoność ich zachowania. Termodynamika fenomenologiczna i fizyka statystyczna - podstawy opisu zachowania wielociałowych układów złożonych. Klasyczne i kwantowe statystyki oraz funkcje rozkładu. Zespoły statystyczne a upływ czasu. Błądzenie przypadkowe w fizyce i finansach: ruchy Browna i dyfuzja. Klasyczne przeskoki losowe i kwantowe prawdopodobieństwa przejść. Fluktuacje klasyczne i kwantowe: fizyczne przykłady. Pomiar wielkości przypadkowych i fluktuacji fizycznych. Zjawiska fizyczne a opis idealnego rynku finansowego: Od dyfuzji do modelu Blacka-Scholesa. Równanie Blacka-Scholesa a równanie Schrödingera. Gaussowski charakter procesów fizycznych a hipoteza rynku gaussowskiego. Zagadnienia rynku rzeczywistego: przykłady niegaussowskiego charakteru zjawisk w fizyce i na rynkach finansowych. Założenia modelu Blacka-Scholesa a realia rynku finansowego. Fizyczne i techniczne metody analizy rynków finansowych: korelacje w fizyce i na rynku finansowym. Przykłady korelacji klasycznych i kwantowych. Analiza spektralna w fizyce. Sygnał i szum. Analiza techniczna danych finansowych. Teoria macierzy przypadkowych w opisie układów fizycznych i rynków finansowych. Przepływy turbulentne a dynamika cen. Zjawiska krytyczne a krachy na giełdzie.	30
2	C	Zagadnienia fizyczne z klasycznej dynamiki. Model gazu doskonałego. Funkcje stanu. Rozkład Boltzmanna. Suma statystyczna i wyznaczanie wielkości termodynamicznych. Rozkład Maxwella prędkości cząstek w gazie. Entropia fenomenologiczna i statystyczna. Zanik wykładniczy i zanik potęgowy. Fluktuacje i zaburzenia - rozmaite przykłady. Wycena instrumentów pierwotnych i pochodnych. Kontrakty terminowe i opcje.	30

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Lektura literatury uzupełniającej, przygotowanie do dyskusji, rozwiązywanie zadań problemowych, rozwiązywanie testów, projekty indywidualne i ich opracowanie.	150

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, konsultacje, projekt, symulacja, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, dyskusja, egzamin pisemny, kolokwium, odpowiedź ustna, projekt, rozwiązanie zadania problemowego, test

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 3.0 wskaźnik procentowy w zakresie 51% - 60%. Minimalny zakres wiedzy przedstawianej na wykładach został osiągnięty. Skala ocen liniowa. Na ocenę 5.0 wskaźnik procentowy powyżej 90% i bardzo dobra znajomość materiału z wykładów.
2. Na ocenę 3.0 wskaźnik procentowy w zakresie 51% - 60%. Minimalny zakres umiejętności kształconych na ćwiczeniach został osiągnięty. Skala ocen liniowa. Na ocenę 5.0 wskaźnik procentowy powyżej 90% i bardzo dobre umiejętności zdobyte na ćwiczeniach.

Literatura:

obowiązkowa:

1. R.N. Mantegna, H.E. Stanley, Ekonofizyka. Wprowadzenie, Warszawa, 2001, PWN.
2. J. Voit, The Statistical Mechanics of Financial Markets, Berlin, 2001, Springer.

zalecana/fakultatywna:

1. A. Weron, R. Weron, Inżynieria finansowa, Warszawa, 2018, WNT.

Ekonometria <i>nazwa przedmiotu</i>
Elements of econometry <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Analiza matematyczna, algebra liniowa
2. Rachunek prawdopodobieństwa i podstawy statystyki matematycznej
3. Metody stochastyczne
4. Zainteresowanie ekonomią, rynkami finansowymi, metodami ilościowymi

Cele przedmiotu:

1. Przedstawienie typowych metod ilościowych w ekonometrii
2. WYROBIENIE UMIEJĘTNOŚCI opracowywania praktycznych zagadnień ekonometrycznych w drodze wykorzystania modeli opisujących ilościowe związki między zmiennymi w danych rzeczywistych.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Znajomość modelu regresji liniowej oraz twierdzenia Gaussa-Markowa o optymalności estymatora uzyskanego metodą najmniejszych kwadratów. Wiedza o postaci kilku modeli regresji nieliniowej (m. in. potęgowa, logistyczna).	K_W09
EW3	Znajomość podstawowych własności szeregów czasowych z klasy GARCH (stacjonarność kowariancyjna; zgodność estymatorów parametrów modelu).	K_W09
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Zdolność do wykorzystania pakietów i procedur środowiska obliczeniowego RStudio w modelowaniu stochastycznym z zakresu: - oszacowania modelu regresji liniowej wielowymiarowej wraz z wnioskowaniem statystycznym dla estymatorów i reszt; - dopasowania modelu GARCH do stóp zwrotu poprzez oszacowanie parametrów metodą QML wraz z wnioskowaniem statystycznym w zakresie adekwatności uzyskanego modelu. (W ramach laboratoriów dopuszczalne uzupełniające wspomaganie środowiskiem MS Excel).	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK3	Rozwiązywanie praktycznych problemów ilościowych w ekonometrii z poszanowaniem cudzego dorobku przy stosowaniu się do norm etycznych i społecznych.	K_K03, K_K04, K_K06
EK3	Rozwiązywanie praktycznych problemów ilościowych w ekonometrii z poszanowaniem cudzego dorobku przy stosowaniu się do norm etycznych i społecznych.	K_K06

EK4	Merytoryczna interakcja ze specjalistami z dziedzin pozamatematycznych (np. ekonomia, socjologia, demografia) w ramach pracy zespołowej nad projektem interdyscyplinarnym o charakterze naukowo-badawczym lub komercyjnym.	K_K03
EK4	Merytoryczna interakcja ze specjalistami z dziedzin pozamatematycznych (np. ekonomia, socjologia, demografia) w ramach pracy zespołowej nad projektem interdyscyplinarnym o charakterze naukowo-badawczym lub komercyjnym.	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	6	E	30	15	0	15	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Geneza i istota ekonometrii. Model ekonometryczny. Zgrubna klasyfikacja modeli. Zmienne objaśniane i objaśniające. Prezentacja przykładowych danych ekonometrycznych na podstawie zasobów z danymi empirycznymi pochodzącymi z różnych dziedzin badawczych.	4
2	W	Bardziej zaawansowane narzędzia algebry, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej użyteczne w ekonometrii: formy kwadratowe i ich określoność; idempotentność; wielowymiarowy rozkład normalny; testy zgodności; skośne, ciężkoogonowe rozkłady zmiennych losowych;	4
3	W	Założenia klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK). Model regresji liniowej jednowymiarowej (prostej): estymacja punktowa i przedziałowa parametrów; predykcja zmiennej objaśnianej; analiza statystyczna reszt modelu pod kątem zgodności z założeniami teoretycznymi.	4
4	W	Model regresji liniowej wielowymiarowej. Twierdzenie Gaussa-Markowa. Wnioskowanie statystyczne nt. estymatora KMNK parametrów modelu. Dopasowanie modelu: współczynnik R^2 . Analiza reszt. Wzmianka o testach dla hipotez zagnieżdżonych.	7
5	W	Krytyczna ocena i pułapki modelu regresji liniowej: współliniowość, obserwacje odstające i wpływowe. Nieliniowe modele linearyzowalne i nielinearyzowalne. Przykłady praktyczne: model funkcji produkcji Cobba-Douglasa, model Tornquista.	4

6	W	Krótkie omówienie regresji potęgowej (model produkcji Cobba-Douglasa) oraz modelu regresji logistycznej (logit).	2
7	W	Finansowe szeregi czasowe. Stopy zwrotu z notowań giełdowych. Klasa modeli GARCH jako narzędzie modelowania zmienności. Estymacja parametrów modelu metodą QMLE. Zastosowania w szacowaniu ryzyka oraz prognozowaniu. Kwestia braku stacjonarności. Wzmianka o modelach ogólniejszych (AP-GARCH, E-GARCH, GJR-GARCH).	5
8	LK	Komputerowe badanie form kwadratowych (określoność). Wielowymiarowy rozkład normalny: symulacje i wizualizacje. Generowanie prób losowych i badanie własności rozkładów skośnych, ciężkoogonowych.	3
9	LK	Estymacja modelu regresji prostej w oparciu o dane empiryczne. Wnioskowanie statystyczne, diagnostyka reszt modelu i zastosowanie w prognozowaniu.	3
10	LK	Oszacowanie modelu regresji wielowymiarowej w celu opisu zależności ilościowych między zmiennymi (praca na danych empirycznych) - zastosowanie twierdzenia Gaussa-Markowa. Diagnostyka modelu, analiza reszt; krytyczna ocena modelu pod kątem detekcji pułapek regresji (wskaźniki: VIF, DFFITS, Cook's Distance).	6
11	LK	Modelowanie finansowych szeregów czasowych przy użyciu klasy GARCH: estymacja parametrów metodą QML. Zastosowania modelu w kwantyfikacji zmienności notowań giełdowych i w zarządzaniu ryzykiem (oszacowanie Value-at-Risk).	3
12	C	Zapis macierzowy w zagadnieniach rynku finansowego. Badanie określoności form kwadratowych. Ćwiczenia rachunkowe dotyczące wielowymiarowego rozkładu normalnego.	3
13	C	Oszacowanie modelu regresji liniowej jednowymiarowej (tzw. regresji prostej). Interpretacja współczynników. Diagnostyka modelu i wnioskowanie statystyczne.	3
14	C	Estymacja modelu regresji liniowej wielowymiarowej; zadania rachunkowe dotyczące analizy statystycznej i diagnostyki modelu. Krytyczne spojrzenie na model (analiza reszt, współliniowość). Zastosowanie modelu Cobba-Douglasa.	5
15	C	Badanie stacjonarności szeregów typu GARCH i ich zastosowanie w modelowaniu stóp zwrotu oraz szacowaniu zmienności notowań - zadania rachunkowe służące zrozumieniu ilościowych aspektów klasy modeli GARCH.	3

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Godziny wynikające z planu studiów (30w, 15k, 15c)	60
2	Konsultacje przedmiotowe	30
3	Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
4	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
5	Opracowanie wyników	30

6	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
---	--	----

Metody dydaktyczne:

praca w grupach, wykład, ćwiczenia tablicowe, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, kolokwium, sprawozdanie z pracy zespołowej

Kryteria oceny:

1. Na ocenę dst (3.0) wymagane jest zdobycie minimum 50% ale mniej niż 60% łącznej puli punktów z wszystkich form dydaktycznych pod warunkiem zaliczenia egzaminu końcowego i zanotowania co najwyżej po 3 nieobecności, w tym maks. po 2 nieusprawiedliwionych, na ćwiczeniach oraz laboratoriach komputerowych.
2. Na ocenę dst+ (3.5) wymagane uzyskanie minimum 60%, ale poniżej 70% sumarycznej puli punktów z przedmiotu pod w/w warunkami dotyczącymi egzaminu oraz frekwencji na praktycznych formach zajęć.
3. Na ocenę db (4.0) wymagane uzyskanie minimum 70% ale poniżej 80% sumarycznej puli punktów z przedmiotu pod w/w warunkami dotyczącymi egzaminu oraz frekwencji na praktycznych formach zajęć.
4. Na ocenę db+ (4.5) uczestnik kursu zdobył minimum 80% ale poniżej 90% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami dotyczącymi egzaminu oraz frekwencji na praktycznych formach zajęć.
5. Na ocenę bdb (5.0) uczestnik kursu zdobył minimum 90% łącznej puli punktów z przedmiotu pod w/w warunkami dotyczącymi egzaminu oraz frekwencji na praktycznych formach zajęć. Wykazuje wzorowe przygotowanie merytoryczne w zakresie analizy i modelowania ilościowego w ekonometrii, jednocześnie dysponując wysokimi kompetencjami społecznymi na potrzeby pracy zespołowej nad badaniami i projektami komercyjnymi z poszanowaniem norm uczciwości i etyki biznesowej.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Maddala G. S. - "Ekonometria", PWN Warszawa, 2006
2. Welfe A. - "Ekonometria. Metody i ich zastosowanie", PWE Warszawa, 2018

zalecana/fakultatywna:

1. Fabozzi F. J. - "Financial Econometrics", WILEY New Jersey, 2007

Ekonomia matematyczna <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematical economics <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Algebra liniowa w zakresie podstawowego kursu na I stopniu studiów
2. Analiza matematyczna na poziomie podstawowego kursu na I stopniu studiów

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z teorią konsumenta
2. Zapoznanie studentów z teorią producenta
3. Zapoznanie studentów z podstawowymi modelami runku
4. Wypracowanie umiejętności zastosowania wybranych narzędzi matematycznych w modelowaniu zjawisk ekonomicznych

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student zna i rozumie powiązania zagadnień ekonomii matematycznej z innymi działami matematyki teoretycznej, ma pogłębioną wiedzę w danej dziedzinie oraz precyzyjnie przedstawia wskazane pojęcia i twierdzenia z dowodami	K_W07, K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Student potrafi konstruować modele matematyczne w ekonomii, rozwiązując zadania cząstkowe w ramach stopniowo wprowadzanej teorii	K_U16
EU3	Student potrafi konstruować modele matematyczne w ekonomii oraz potrafi spojrzeć kompleksowo na cały przedmiot, rozwiązując zadania przekrojowe	K_U16
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest gotów do precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	5	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	C	Przypomnienie pojęć z analizy matematycznej: ekstremum lokalne, ekstremum warunkowe.	2
2	C	Koszyk towarów; przestrzeń towarów; relacje preferencji konsumenta; pole preferencji konsumenta; relacja ciągła; słabo (silnie) wypukłe pole preferencji; ograniczenia budżetowe; linia budżetu. Funkcja użyteczności konsumenta; zjawisko niedosytu; krańcowa użyteczność; krańcowa stopa substytucji; elastyczność substytucji. Funkcja popytu konsumenta; zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji. Elastyczność popytu; towary: normalne, R. Giffena, wyższego (niższego) rzędu.	12
3	C	Przestrzeń produkcyjna; funkcja produkcji; krańcowa wydajność; elastyczność produkcji; krańcowa stopa substytucji; elastyczność substytucji. Przedsiębiorstwo w warunkach doskonałej konkurencji; zadanie maksymalizacji dochodu producenta w warunkach długookresowej strategii rozwoju; funkcja produkcyjnego popytu na towary; funkcja podaży towaru; zadanie minimalizacji kosztów produkcji; funkcja kosztów przedsiębiorstwa; zadanie optymalnej produkcji przedsiębiorstwa; strategia krótkookresowa. Reakcja przedsiębiorstwa na zmianę cen. Przedsiębiorstwo w warunkach monopolu.	12
4	C	Przykłady modeli rynku; wyznaczanie cen równowagi rynkowej.	4
5	W	Wprowadzenie podstawowych pojęć z mikroekonomii. Model matematyczny w mikroekonomii; zmienna endogeniczna i egzogeniczna; zasada optymalizacji; zasada równowagi; krzywa popytu; krzywa podaży; równowaga rynkowa; statystyka porównawcza; monopol; efektywność V. Pareta.	2
6	W	Teoria konsumenta. Koszyk towarów; przestrzeń towarów; relacje preferencji konsumenta; pole preferencji konsumenta; relacja ciągła; słabo (silnie) wypukłe pole preferencji; ograniczenia budżetowe; linia budżetu; funkcja użyteczności konsumenta; zjawisko niedosytu; krańcowa użyteczność; krańcowa stopa substytucji; elastyczność substytucji; funkcja popytu konsumenta; zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji; krańcowa użyteczność dochodu; własności funkcji popytu; równanie E. Słuckiego; elastyczność popytu; towary: normalne, R. Giffena, wyższego (niższego) rzędu.	13
7	W	Teoria producenta. Dopuszczalny proces produkcji; przestrzeń p-produkcyjna i c-produkcyjna; proces technologicznie efektywny; funkcja produkcji; krańcowa wydajność; elastyczność produkcji; krańcowa stopa substytucji; elastyczność substytucji; przykłady funkcji produkcji; przedsiębiorstwo w warunkach doskonałej konkurencji; zadanie maksymalizacji dochodu producenta w warunkach długookresowej strategii rozwoju; funkcja produkcyjnego popytu na towary; funkcja podaży towaru; zadanie minimalizacji kosztów produkcji; funkcja kosztów przedsiębiorstwa; zadanie optymalnej produkcji przedsiębiorstwa; strategia krótkookresowa; reakcja przedsiębiorstwa na zmianę cen; przedsiębiorstwo w warunkach monopolu.	8

8	W	Przykłady modeli rynku. Model rynku: K. J. Arrowa i L. Hurwicza; L. Walrasa i D. Patinkina; L. Walrasa i Walda; W. Leontiefa i L. Walrasa; J. Arrowa, G. Debreu i L. W. McKenziego; dynamiczna wersja modelu K. J. Arrowa i L. Hurwicza.	7
---	---	--	---

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
2	Konsultacje przedmiotowe	30
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50

Metody dydaktyczne:

konsultacje, wykład, ćwiczenia tablicowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, dyskusja, egzamin pisemny, rozwiązywanie zadania problemowego, sprawdzian wiadomości z wykładów, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2.0: Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0: Student uczestniczy regularnie w zajęciach oraz bierze udział w dyskusji i potrafi w sposób pełny rozwiązać jedno z zadań z podanej listy. W przypadku zajęć zdalnych: Student nie uczestniczy regularnie w zajęciach za pośrednictwem ZOOM lub MS Teams i uzyskał przy tym więcej niż 50% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z zadań umieszczonych na e-kursie na platformie Moodle Na ocenę 3.5: Student uczestniczy regularnie w zajęciach oraz bierze udział w dyskusji i potrafi w sposób pełny rozwiązać dwa z zadań z podanej listy. W przypadku zajęć zdalnych: Student nie uczestniczy regularnie w zajęciach za pośrednictwem ZOOM lub MS Teams i uzyskał przy tym więcej niż 60% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z zadań umieszczonych na e-kursie na platformie Moodle Na ocenę 4.0: Student uczestniczy regularnie w zajęciach oraz bierze udział w dyskusji i potrafi w sposób pełny rozwiązać trzy z zadań z podanej listy. W przypadku zajęć zdalnych: Student nie uczestniczy regularnie w zajęciach za pośrednictwem ZOOM lub MS Teams i uzyskał przy tym więcej niż 70% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z zadań umieszczonych na e-kursie na platformie Moodle Na ocenę 4.5: Student uczestniczy regularnie w zajęciach oraz bierze udział w dyskusji i potrafi w sposób pełny rozwiązać cztery z zadań z podanej listy. W przypadku zajęć zdalnych: Student nie uczestniczy regularnie w zajęciach za pośrednictwem ZOOM lub MS Teams i uzyskał przy tym więcej niż 80% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z zadań umieszczonych na e-kursie na platformie Moodle Na ocenę 5.0: Student uczestniczy regularnie w zajęciach oraz bierze udział w dyskusji i potrafi w sposób pełny rozwiązać co najmniej pięć z zadań z podanej listy. W przypadku zajęć zdalnych: Student nie uczestniczy regularnie w zajęciach za pośrednictwem ZOOM lub MS Teams i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej

- sumarycznej liczby punktów z zadań umieszczonych na e-kursie na platformie Moodle
2. Na ocenę 2.0: Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 50% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z kolokwium Na ocenę 3.5: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 60% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z kolokwium Na ocenę 4.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 70% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z kolokwium Na ocenę 4.5: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 80% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z kolokwium Na ocenę 5.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z kolokwium
 3. Na ocenę 2.0: Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 50% maksymalnej wysokości sumarycznej liczby punktów z egzaminu z zadań Na ocenę 3.5: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 60% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z zadań Na ocenę 4.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 70% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z zadań Na ocenę 4.5: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 80% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z zadań Na ocenę 5.0: Student potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia z zakresu wyłożonego materiału do rozwiązania wskazanych zadań i uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z zadań
 4. Na ocenę 2.0: Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0: Student umie przedstawić definicje i twierdzenia z zakresu wyłożonego materiału i uzyskał przy tym więcej niż 50% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z teorii Na ocenę 3.5: Jak na ocenę 3.0 i dodatkowo student potrafi zilustrować przykładami pojęcia z zakresu wyłożonego materiału oraz uzyskał przy tym więcej niż 60% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z teorii Na ocenę 4.0: Jak na ocenę 3.5 i dodatkowo student potrafi podawać przykłady zastosowania twierdzeń oraz uzyskał przy tym więcej niż 70% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z teorii Na ocenę 4.5: Jak na ocenę 4.0 i dodatkowo student potrafi podawać idee dowodów twierdzeń oraz uzyskał przy tym więcej niż 80% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z teorii Na ocenę 5.0: Jak na ocenę 4.5 i dodatkowo student potrafi podawać pełne dowody twierdzeń oraz uzyskał przy tym więcej niż 90% maksymalnej sumarycznej liczby punktów z egzaminu z teorii

Literatura:

obowiązkowa:

1. Panek E., "Ekonomia matematyczna", Poznań, 2003, WUE
2. Varian H. R., "Mikroekonomia", Warszawa, 2016, PWN
3. Bergstrom T. C., Varian H. R., "Ćwiczenie z mikroekonomii", Warszawa, 2002, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. Chiang A.C., "Podstawy ekonomii matematycznej", Warszawa, 1994, PWE
2. Ostoja-Ostaszewski A., "Matematyka w ekonomii. Modele i metody, cz.I,II", Warszawa, 2006, PWN

Encyklopedia prawa <i>nazwa przedmiotu</i>
Encyclopaedia of law <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. brak

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami prawa cywilnego, gospodarczego, podatkowego, administracyjnego, karnego oraz prawa pracy niezbędnymi do aktywnego uczestnictwa w obrocie prawnym i gospodarczym

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka,	K_W14
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	określić swoje zainteresowania i je rozwijać; w szczególności jest w stanie nawiązać kontakt ze specjalistami w swojej dziedzinie, np. rozumieć ich wykłady przeznaczone dla młodych matematyków	K_U15
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	3	Z	15	15	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Podstawowe zasady porządku prawnego, demokratyczne państwo prawa - ustawodawstwo polskie i unijne Swobody i prawa obywatelskie - praca nad kazusami Wybrane zagadnienia z zakresu prawa i postępowania karnego, administracyjnego i gospodarczego - praca nad kazusami	15

2	C	Źródła prawa i zasady wykładni prawa Prawo konstytucyjne i podstawy porządku prawnego Wolności i prawa obywatelskie: osobiste, polityczne i ekonomiczne Prawo cywilne: zagadnienia zdolności prawnej, zdolności do czynności prawnej, wady oświadczeń woli, zasady zawierania umów, pełnomocnictwo i prokura Prawo rzeczowe: definicja ruchomości i nieruchomości, ograniczone prawa rzeczowe Prawo spadkowe: dziedziczenie ustawowe i testamentowe, odpowiedzialność za długi spadkowe, umowy dotyczące spadku Zasady zakładania i prowadzenia działalności gospodarczej z elementami prawa gospodarczego Prawo karne, zasady odpowiedzialności karnej, prawo do obrony Elementy prawa pracy, prawa konsumenckiego i postępowania administracyjnego Świadomość prawna, wolność słowa, społeczeństwo obywatelskie	15
---	---	---	----

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury, Opracowanie wyników, Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
2	konsultacje	30

Metody dydaktyczne:

analiza przypadku, ćwiczenia, dyskusja, wykład, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, dyskusja, test, zaliczenie pisemne

Kryteria oceny:

1. średnia arytmetyczna oceny z testu oraz osobistego i czynnego zaangażowania na zajęciach

Literatura:

obowiązkowa:

1. Konstytucja RP
2. ustawa Kodeks Cywilny
3. ustawa Kodeks Karny
4. Prawo przedsiębiorców
5. Ordynacja podatkowa

zalecana/fakultatywna:

Geometria różniczkowa <i>nazwa przedmiotu</i>
Differential geometry <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Analiza matematyczna i algebra liniowa.

Cele przedmiotu:

1. Wprowadzenie do współczesnej geometrii różniczkowej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		

EW1	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym, elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	K_U05
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	dyskusji ograniczeń własnej wiedzy i kontynuowania dalszego kształcenia	K_K01

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Wiadomości wstępne. Pojęcie różniczkowalności, mapa, atlas, podrozniczkowalności, odwzorowania gładkie, submersja, immersja.	4
2	W	Wiązki wektorowe. Wiązki styczna i kostyczna, pola wektorowe i tensorowe, grupa jednoparametrowa pola wektorowego, formy różniczkowe, różniczka zewnętrzna, pochodna Liego.	6
3	W	Koneksja liniowa na wiązce wektorowej. Tensory krzywizny i torsji i ich interpretacja geometryczna, geodezyjne, współrzędne normalne, tożsamości Bianchi	8
4	W	Geometria Riemanna. Przestrzeń Riemanna, koneksja Levi-Civity, krzywizna sekcyjna, różniczkowalność o stałej krzywiznie sekcyjnej, metryka w przestrzeni Riemanna, tw. Hopfa-Rinowa	12

5	C	Konstrukcja atlasów na rozmaitościach, obliczanie rzędu odwzorowań gładkich, konstrukcja pod-rozmaitości za pomocą submersji.	4
6	C	Konstrukcja wiązki stycznej, budowanie przykładów wiązek trywialnych i nietrywialnych, obliczanie grup jednoparametrowych pól wektorowych.	8
7	C	Obliczanie współczynników koneksji we współrzędnych lokalnych, obliczanie geodezyjnych we współrzędnych lokalnych.	8
8	C	Wyznaczanie koneksji Levi-Civity dwuwymiarowych przestrzeni o stałej krzywiznie, obliczanie współrzędnych lokalnych tensora krzywizny, obliczanie krzywizny sekcyjnej.	10

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Studiowanie zalecanej literatury i rozwiązywanie zadań.	150

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

egzamin pisemny

Kryteria oceny:

1. Ocena odzwierciedla stopień opanowania przez studenta materiału na podstawie kolokwii i egzaminu
2. Ocena odzwierciedla umiejętność stosowania rachunku różniczkowego do zagadnień geometrii na podstawie kolokwii i egzaminu
3. Ocena odzwierciedla znajomość geometrii różniczkowej przez studenta na podstawie kolokwii i egzaminu

Literatura:

obowiązkowa:

1. R. Sulanke, P. Wintgen, Geometria różniczkowa i teoria wiązek, Warszawa, 1977, PWN
2. S. Kobayashi, K. Nomizu, Foundations of Differential Geometry, New York, 1963, Interscience Publishers

zalecana/fakultatywna:

1. M. Postnikov, Lectures in Geometry, Moskwa, 1989, MIR

Język angielski <i>nazwa przedmiotu</i>
English language-B2 <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość języka angielskiego na poziomie co najmniej B1+.

Cele przedmiotu:

1. Rozwijanie kompetencji komunikacyjnych i językowych w mowie i piśmie oraz rozwijanie umiejętności udziału w dyskusji na tematy ogólne i techniczne.
2. Rozwijanie umiejętności czytania i słuchania ze zrozumieniem tekstów technicznych.
3. Przygotowanie studenta do wykorzystania języka obcego jako narzędzia poznania.
4. Przygotowanie studenta do samodzielnej pracy z tekstami technicznymi związanymi z jego specjalnością.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student zna język angielski na poziomie średnio zaawansowanym.	K_W13
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Student potrafi wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze w języku angielskim.	K_U02
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze w języku angielskim.	K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	3	Z	0	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	C	Twierdzenie o czterech barwach.	4
2	C	Hipoteza ABC.	4
3	C	Podstawowe zagadnienia dotyczące metod stochastycznych.	6
4	C	Wybrane zagadnienia w topologii.	4
5	C	Podstawowe zagadnienia dotyczące teorii mnogości.	6
6	C	Podstawy uczenia maszynowego.	6

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	25
2	Przygotowanie prezentacji pracy inżynierskiej.	8
3	Aktywności do samodzielnego opracowania w kursie e-learningowym na platformie Delta zatwierdzonym do użytku na kierunku Matematyka.	8
4	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym).	4

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, konsultacje, praca w grupach, praca z tekstem/materiałem audio i wideo, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

kolokwium, prezentacja, test, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Student potrafi z łatwością wyodrębnić myśl przewodnią całego komunikatu i poszczególnych jego części, z łatwością jest w stanie wyodrębnić żadaną informację, z łatwością odróżnia opinie od faktów oraz formę i funkcję komunikatu, biegle posługuje się słownikiem, z łatwością czyta ze zrozumieniem teksty specjalistyczne ze swojej specjalności oraz zbiera informacje, koncepcje i opinie ze specjalistycznych źródeł związanych z matematyką.
2. Student potrafi wyrażać się w sposób jasny i przekonujący stosując formalny lub nieformalny rejestr wypowiedzi odpowiednio do sytuacji i rozmówcy; potrafi swobodnie prowadzić rozmowę z rodzimymi użytkownikami języka; potrafi wyrażać się odpowiednio do sytuacji i unikać rażąco błędnych sformułowań. W szczególności: - umie w stosowny sposób włączyć się do dyskusji stosując odpowiednie do tego celu środki językowe; - potrafi przedstawiać i uzasadniać własne poglądy przy pomocy odpowiednich przykładów i faktów; - potrafi w płynny sposób przedstawiać opisy i narracje prezentując je w formie następujących po sobie kolejno zdarzeń; - potrafi swobodnie wypowiedzieć się na tematy techniczne związane z matematyką.
3. Student dobrze zna wszystkie zagadnienia leksykalne i z łatwością posługuje się funkcjami językowymi zawartymi w treściach programowych na poziomie średnio zaawansowanym.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Łyczko A., Mathematics 2nd cycle, Kraków 2023, platforma Delta

zalecana/fakultatywna:

1. quantamagazine.com
2. scientificamericam.com

3. howstuffworks.com

Język francuski <i>nazwa przedmiotu</i>
French language -B2 <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Świadectwo maturalne z języka obcego na poziomie podstawowym lub rozszerzonym.

Cele przedmiotu:

1. Rozwijanie u studentów kompetencji komunikacyjnych i językowych w mowie i piśmie oraz rozwijanie umiejętności udziału w dyskusji na tematy ogólne i techniczne.
2. Rozwijanie umiejętności czytania i słuchania ze zrozumieniem tekstów ogólnych i technicznych.
3. Przygotowanie studenta do wykorzystania języka obcego jako narzędzia poznania.
4. Przygotowanie studenta do samodzielnej pracy z tekstami technicznymi związanymi z jego specjalnością oraz do wykorzystania języka obcego jako narzędzia poznania.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student posługuje się słownictwem specjalistycznym i strukturami gramatycznymi służącymi do opisu zjawisk i pojęć związanych z jego specjalnością. Student zna formy gramatyczne (czasy, tryby) oraz słownictwo potrzebne do komunikowania się w mowie i piśmie na tematy ogólne i związane z jego kierunkiem studiów.	K_W13
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	wyrażać treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze w języku francuskim	K_U02
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych w szczególności w języku francuskim	K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	3	Z	0	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	C	Zagadnienia leksykalne związane z poszukiwaniem pracy, funkcjonowaniem w środowisku zawodowym inżyniera: życiorys , rozmowa kwalifikacyjna, przedstawianie swoich osiągnięć, korespondencja biznesowa.	4
2	C	Zagadnienia związane z prezentacją projektu/dyplomu.	2
3	C	Zagadnienia leksykalne związane z wybranym kierunkiem Studiów. Praca z tekstami specjalistycznymi z dziedziny matematyki. (np. symbole matematyczne; działania na liczbach; zbiory i funkcje matematyczne; sławni matematycy;) i dziedzin pokrewnych.	24

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	34
2	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji.	5
3	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym).	6

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, praca w grupach, praca z tekstem/materiałem audio i wideo

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, prezentacja, test, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Ocena bardzo dobra: Szczególnie wysoki (doskonały) stopień opanowania wymaganej wiedzy lub/i umiejętności i bez zauważalnych błędów lub jedynie z niewielkimi błędami lub niedociągnięciami, wykazujący na bardzo wysoki poziom znajomości wszystkich aspektów nauczanego materiału (przekazywanego zasobu wiedzy). Skala dla pozostałych ocen: Na ocenę 2.0 nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0 Student uzyskuje od 50% do 60% punktów z wybranych form weryfikacji efektu wiedza/umiejętności/kompetencji społecznych Na ocenę 3.5 Student uzyskuje od 61% do 70% punktów z wybranych form weryfikacji efektu wiedza/umiejętności/kompetencji społecznych Na ocenę 4.0 Student uzyskuje od 71% do 80% punktów z wybranych form weryfikacji efektu wiedza/umiejętności/kompetencji społecznych Na ocenę 4.5 Student uzyskuje od 81% do 90% punktów z wybranych form weryfikacji efektu wiedza/umiejętności/kompetencji społecznych Na ocenę 5.0 Student uzyskuje od 91% do 100% punktów z wybranych form weryfikacji wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Materiały własne lektora opracowane na podstawie oryginalnych tekstów specjalistycznych.

zalecana/fakultatywna:

1. Branżowe platformy internetowe właściwe dla danego kierunku np. <https://sokeo.fr/>

Język niemiecki <i>nazwa przedmiotu</i>
German language-B2 <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Świadectwo maturalne z języka obcego na poziomie podstawowym lub rozszerzonym.

Cele przedmiotu:

1. Rozwijanie kompetencji komunikacyjnych i językowych w mowie i piśmie oraz rozwijanie umiejętności udziału w dyskusji na tematy ogólne i techniczne.
2. Przygotowanie studenta do wykorzystania języka obcego jako narzędzia poznania.
3. Przygotowanie studenta do wykorzystania języka obcego jako narzędzia poznania.
4. Przygotowanie studenta do samodzielnej pracy z tekstami technicznymi związanymi z jego specjalnością.
5. Przygotowanie studenta do samodzielnej pracy z tekstami technicznymi związanymi z jego specjalnością.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	język niemiecki na poziomie średniozaawansowanym	K_W13
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	wyrażać treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze w języku niemieckim	K_U02
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania; samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych w szczególności w języku niemieckim	K_K02, K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	3	Z	0	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	C	ZAGADNIENIA LEKSYKALNE ZWIĄZANE Z WYBRANYM KIERUNKIEM STUDIÓW. Geometria dwuwymiarowa oraz trójwymiarowa; prawdopodobieństwo; statystyka; podstawy matematyki w ekonomii i finansach.	30

2	C	ZAGADNIENIA LEKSYKALNE ZWIĄZANE Z WYBRANYM KIERUNKIEM STUDIÓW. Geometria dwuwymiarowa oraz trójwymiarowa; prawdopodobieństwo; statystyka; podstawy matematyki w ekonomii i finansach.	0
---	---	---	---

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	konsultacje językowe	30
2	studiowanie literatury, przygotowanie się do egzaminu/zaliczenia	15

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, gra dydaktyczna, praca w grupach, praca z tekstem/materiałem audio i wideo

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

odpowiedź ustna, prezentacja, test, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Student potrafi z łatwością wyodrębnić myśl przewodnią całego komunikatu i poszczególnych jego części, z ą jest w stanie wyodrębnić żadaną informację, z łatwością odróżnia opinie od faktów oraz formę i funkcję komunikatu, biegle posługuje się słownikiem, z łatwością czyta ze zrozumieniem m teksty specjalistyczne ze swojej specjalności oraz zbiera informacje, koncepcje i opinie ze specjalistycznych źródeł związanych z matematyką.
2. Student potrafi z łatwością wyodrębnić myśl przewodnią całego komunikatu i poszczególnych jego części, z ą jest w stanie wyodrębnić żadaną informację, z łatwością odróżnia opinie od faktów oraz formę i funkcję komunikatu, biegle posługuje się słownikiem, z łatwością czyta ze zrozumieniem m teksty specjalistyczne ze swojej specjalności oraz zbiera informacje, koncepcje i opinie ze specjalistycznych źródeł związanych z matematyką.
3. Student potrafi wyrażać się w sposób jasny i przekonujący stosując formalny lub nieformalny rejestr wypowiedzi odpowiedni do sytuacji i rozmówcy; potrafi swobodnie prowadzić rozmowę z rodzimymi użytkownikami języka; potrafi wyrażać się odpowiednio do sytuacji i unikać rażąco błędnych sformułowań. W szczególności: - umie w stosowny sposób włączyć się do dyskusji stosując odpowiednie do tego celu środki językowe; potrafi przedstawiać i uzasadniać własne poglądy przy pomocy odpowiednich przykładów i faktów.
4. Student potrafi wyrażać się w sposób jasny i przekonujący stosując formalny lub nieformalny rejestr wypowiedzi odpowiedni do sytuacji i rozmówcy; potrafi swobodnie prowadzić rozmowę z rodzimymi użytkownikami języka; potrafi wyrażać się odpowiednio do sytuacji i unikać rażąco błędnych sformułowań. W szczególności: - umie w stosowny sposób włączyć się do dyskusji stosując odpowiednie do tego celu środki językowe; potrafi przedstawiać i uzasadniać własne poglądy przy pomocy odpowiednich przykładów i faktów.

5. Student bardzo dobrze zna wszystkie zagadnienia leksykalne i z łatwością posługuje się funkcjami językowymi zawartymi w treściach programowych na poziomie średnio zaawansowanym.
6. Student bardzo dobrze zna wszystkie zagadnienia leksykalne i z łatwością posługuje się funkcjami językowymi zawartymi w treściach programowych na poziomie średnio zaawansowanym.

Literatura:

obowiązkowa:

1. kurs na platformie e-learningowej Delta zatwierdzony do użytku na kierunku matematyka

zalecana/fakultatywna:

1. branżowe platformy internetowe

Komunikacja interpersonalna <i>nazwa przedmiotu</i>
Interpersonal Communication <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość języka angielskiego w stopniu umożliwiającym studiowanie literatury i uczestnictwo w zajęciach

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami, modelami i teorią komunikacji międzyludzkiej oraz społecznymi i psychicznymi uwarunkowaniami tych procesów.
2. Poznanie zasad skutecznej komunikacji w różnych kontekstach społecznych i sytuacjach zawodowych
3. Wykształcenie umiejętności skutecznej komunikacji w kontekście pracy
4. Wykształcenie gotowości przyjęcia postawy odpowiedzialności i do współpracy w zespole i środowisku społecznym.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
-	-	-
Umiejętności Absolwent potrafi:		
-	-	-
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student definiuje podstawowe pojęcia i objaśnia modele procesu komunikacji. Omawia różne typy komunikacji.	K_K01
EK2	Student omawia typy komunikacji w zależności od kontekstu. Opisuje zasady skutecznej komunikacji w zależności od kontekstu. Omawia znaczenie skutecznej komunikacji w środowisku zawodowym i społecznym.	K_K05
EK3	Student potrafi przygotować wystąpienie publiczne o charakterze informacyjnym lub perswazyjnym, potrafi formułować standardowe komunikaty biznesowe.	K_K02
EK4	Student jest gotów do współdziałania w zespołach i szerszym otoczeniu społecznym i do przyjęcia postawy odpowiedzialności.	K_K03

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	3	Z	15	15	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Procesy komunikacji w perspektywie socjologicznej i psychologicznej. Elementy poznawczej koncepcji człowieka. Zarys teorii komunikacji: model, podstawowe pojęcia, przebieg procesów komunikacji. Poziomy i typy procesów komunikacji. Komunikacja skuteczna.	5
2	W	Komunikacja międzyludzka. Komunikacja werbalna i pozawerbalna. Kanały komunikacji pozawerbalnej. Komunikacja w relacjach międzyludzkich, grupach i zespołach pracowniczych, organizacjach. Warunki skutecznej komunikacji w różnych jej odmianach. Budowanie poprawnych komunikatów. Asertywność w komunikacji.	5
3	W	Komunikacja w środowisku pracy. Zasady przygotowania wystąpień publicznych. Redukcja stresu. Pisanie listu motywacyjnego, cv, komunikacja wewnątrz organizacji.	3
4	W	Wpływ społeczny, najważniejsze techniki. Obrona przed manipulacją.	2
5	C	Jednostkowe uwarunkowania procesów komunikacji. Testy osobowości i asertywności	3
6	C	Budowanie poprawnych komunikatów. Pełna komunikacja a komunikacja nieskuteczna. Asertywność w praktyce komunikacji.	3
7	C	Komunikacja w środowisku pracy. Przygotowanie życiorysu i listu motywacyjnego.	3
8	C	Zasady przygotowania wystąpień publicznych w praktyce. Przedstawienie przed grupą i dyskusja	4
9	C	Komunikacja w sytuacjach konfliktowych. Negocjacje. Techniki wywierania wpływu w praktyce.	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
2	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	6
3	Przygotowanie prezentacji, wystąpienia informacyjnego lub perswazyjnego.	17
4	Przygotowanie do sprawdzianu wiadomości z wykładu, w tym studiowanie literatury	20

Metody dydaktyczne:

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

Kryteria oceny:

1. Wymagania na ocenę 5,0. Student definiuje pojęcie nadawcy, odbiorcy, kanału, kodowania, dekodowania, komunikatu, Wymienia cechy komunikacji międzyludzkiej i objaśnia różnicę między

komunikacją werbalną i pozawerbalną.

2. Wymagania na ocenę 5,0. Student opis
3. Wymagania na ocenę 5,0. Student wygłasza wystąpienie przed grupą, przygotowane zgodnie z zasadami. Pisze list motywacyjny i cv zgodnie z zasadami.
4. Student angażuje się w dyskusję i pracuje w zespole nad wspólnym zadaniem. Ma świadomość roli społecznej i odpowiedzialności zawodowej. 20

Literatura:

obowiązkowa:

1. M. McKay, M. Davis, P. Fanning , Sztuka skutecznego porozumiewania się, Gdańsk, 2007, GWP
2. E. Griffin, Podstawy teorii komunikacji, Gdansk, 2003, GWP.

zalecana/fakultatywna:

1. R. Cialdini, Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka., Gdańsk, 2010, GWP
2. J. Stankiewicz, Komunikowanie się w organizacji, Wrocław, 1999, Astrum

Macierze w ekonomii <i>nazwa przedmiotu</i>
Matrices in economics <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczenie przedmiotów Algebra liniowa z geometrią analityczną oraz Algebra z teorią liczb I stopnia studiów

Cele przedmiotu:

1. Materiał tego kursu służy do głębszego zapoznania studentów z teorią macierzy jako jako jednego z ważnych działów matematyki współczesnej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student zna podstawowe pojęcia algebry liniowej z wiązanych z macierzami niezbędne dla stosowania w ekonomii,	K_W01
EW3	Student zna podstawowe własności macierzy stochastycznych i macierzy nieujemnych oraz ich zastosowaniach	K_W01
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Student wie i demonstruje jak zrealizować nabytą wiedzę o macierzach w zastosowaniach do ekonomii	K_U01
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych, rozumie potrzebę popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	K_K01

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Wstęp: normy macierzowe, normy wektorowe, ich własności.	2
2	W	Koalicje	2

3	W	Zbiory wypukłe w przestrzeniach liniowych. Własności podstawowe. Działania Minkowskiego na zbiorach wypukłych. Wypukłość rozmaitości liniowych. Twierdzenia Radona, Carathodoryego, Hellyego. Wielościany wypukłe. Funkcje wypukłe zmiennej macierzowej. Elementy programowania liniowego.	6
4	W	Lokalizacja zespolonych wartości własnych. Twierdzenia Gerszgorina, Schura, Hirscha, Bendixona.	6
5	W	Macierze nieujemne i ich podstawowe własności. Macierze dodatnie. Twierdzenie Perrona-Frobeniusa. Macierze nieprzywiedlne, prymitywne i imprymitywne.	4
6	W	Macierze stochastyczne. Skończone łańcuchy Markowa. Ergodyczne łańcuchy Markowa. Entropia macierzy. Macierze stochastyczne i podwójnie stochastyczne. Twierdzenie Birkhoffa-von Neumanna. Macierze Minkowskiego-Leontiefa.	4
7	W	Modele gospodarki rynkowej.	2
8	W	Zastosowanie macierzy szczególnych w modelach ekonomicznych. Proces Markowa i procesy migracji. Macierze migracyjne. Macierze Zagadnienie planowania produkcji w modelu Leontiefa. Model Leontiefa produkcji w n sektorach. Twierdzenie o zamianie. Skalowanie w modelu Leontiefa typu wejście-wyjście oraz inne skalowania. Planowanie przewozów. Problem planowania asygnowań. Całkiem wymienny ustrój gospodarczy. Liniowy model ekonomiki kwitnącej. Czynniki ceny wyrównanej.	4
9	C	Badanie własności różnego rodzaju normy macierzowych, norm wektorowych, ich własności.	2
10	C	Budowanie różnego rodzaju koalicji	2
11	C	Badanie podstawowych własności rozmaitości liniowych. Zadania dotyczące działań na zbiorach wypukłych, a także wielościanów wypukłych i funkcji wypukłych zmiennej macierzowej. Elementy programowania liniowego	6
12	C	Praktyczne zastosowania twierdzeń Gerszgorina, Schura, Hirscha, Bendixona.	6
13	C	Zadania dotyczące macierzy dodatnich, nieprzywiedlnych, prymitywnych oraz imprymitywnych.	4
14	C	Badanie własności macierzy związanych ze skończonymi łańcuchami Markowa. Obliczanie entropii macierzy. Zadania dotyczące macierzy stochastycznych i podwójnie stochastycznych.	4
15	C	Przykłady modeli gospodarki rynkowej.	2
16	C	Omówienie różnych zastosowań wiedzy o macierzach w modelach ekonomicznych, procesach migracji, w planowaniu produkcji w modelu Leontiefa, w planowaniu przewozów, w planowaniu asygnowań. Przykłady.	4

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	30

2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	75
4	Opracowanie wyników	30

Metody dydaktyczne:

konsultacje, wykład, ćwiczenia tablicowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0 Na ocenę 3.0 Student zna podstawowe pojęcia o zbiorach wypukłych, ilustruje ich przykładami Na ocenę 3.5 Student zna podstawowe pojęcia o zbiorach wypukłych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia oraz zilustrować ich Na ocenę 4.0 Student zna podstawowe pojęcia o zbiorach wypukłych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować oraz zastosować ich Na ocenę 4.5 Student zna podstawowe pojęcia o zbiorach wypukłych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować ich oraz zastosować do rozwiązywania standardowych zadań teoretycznego i praktycznego charakteru Na ocenę 5.0 Student zna podstawowe pojęcia o zbiorach wypukłych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować ich oraz zastosować do rozwiązywania standardowych i niestandardowych zadań teoretycznego i praktycznego charakteru
2. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0 Na ocenę 3.0 Student wie jak stosować podstawowe pojęcia teorii macierzy, ilustruje je przykładami, może sformułować podstawowe twierdzenia z teorii macierzy, rozwiązując podstawowe zdania praktyczne Na ocenę 3.5 Student wie jak stosować podstawowe pojęcia teorii macierzy, ilustruje je przykładami, może sformułować standardowe twierdzenia z teorii macierzy, rozwiązując standardowe zdania praktyczne Na ocenę 4.0 Student wie jak stosować podstawowe pojęcia teorii macierzy, ilustruje je przykładami, może sformułować standardowe twierdzenia z teorii macierzy i zbudować dowód, , rozwiązując standardowe zdania praktyczne i teoretyczne Na ocenę 4.5 Student wie jak stosować standardowe pojęcia teorii macierzy, ilustruje je przykładami, może sformułować standardowe twierdzenia z teorii macierzy i zbudować dowód, rozwiązując standardowe zdania praktyczne i teoretyczne Na ocenę 5.0 Student wie jak stosować standardowe i niestandardowe pojęcia teorii macierzy, ilustruje je przykładami, może sformułować standardowe twierdzenia z teorii macierzy i zbudować dowód, rozwiązując standardowe i niestandardowe zdania praktyczne i teoretyczne
3. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0 Na ocenę 3.0 Student zna ograniczenie własnej wiedzy, potrafi formułować pytania służące praktycznemu pogłębieniu własnego zrozumienia danego przedmiotu Na ocenę 3.5 Student zna ograniczenie własnej wiedzy, potrafi precyzyjnie formułować pytania służące praktycznemu pogłębieniu własnego zrozumienia danego przedmiotu, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, potrafi sformułować opinie

na temat podstawowych zagadnień. Na ocenę 4.0 Student zna ograniczenie własnej wiedzy, potrafi precyzyjnie formułować pytania służące praktycznemu i teoretycznemu pogłębieniu własnego zrozumienia danego przedmiotu, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, potrafi sformułować opinie na temat podstawowych zagadnień. Na ocenę 4.5 Student zna ograniczenie własnej wiedzy, potrafi precyzyjnie formułować pytania służące praktycznemu i teoretycznemu pogłębieniu własnego zrozumienia danego przedmiotu, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, potrafi sformułować opinie na temat standardowych zagadnień. Na ocenę 5.0 Student zna ograniczenie własnej wiedzy, potrafi precyzyjnie formułować pytania służące praktycznemu i teoretycznemu pogłębieniu własnego zrozumienia danego przedmiotu, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, potrafi sformułować opinie na temat standardowych i niestandardowych zagadnień.

4. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0 Na ocenę 3.0 Student zna podstawowe pojęcia o o lokalizacji zespolonych wartości własnych oraz macierzach nieujemnych, ilustruje ich przykładami Na ocenę 3.5 Student zna podstawowe pojęcia o o lokalizacji zespolonych wartości własnych oraz macierzach nieujemnych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia oraz zilustrować ich Na ocenę 4.0 Student zna podstawowe pojęcia o o lokalizacji zespolonych wartości własnych oraz macierzach nieujemnych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować oraz zastosować ich Na ocenę 4.5 Student zna podstawowe pojęcia o o lokalizacji zespolonych wartości własnych oraz macierzach nieujemnych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować ich oraz zastosować do rozwiązywania standardowych zadań teoretycznego i praktycznego charakteru Na ocenę 5.0 Student zna podstawowe pojęcia o o lokalizacji zespolonych wartości własnych oraz macierzach nieujemnych, ilustruje ich przykładami, może sformułować podstawowe zagadnienia, zilustrować ich oraz zastosować do rozwiązywania standardowych i niestandardowych zadań teoretycznego i praktycznego charakteru

Literatura:

obowiązkowa:

1. W.Kulpa Topologia a ekonomia, Warszawa, 2009, Wyd. UKSM
2. E.Panek Ekonomia matematyczna, Poznań, 2003, Wyd. AE w Poznaniu
3. S.R.Seattle, W.H.Hausman Matrix algebra for busines and economics, NY London Sydney Toronto, 1970, Wiley Interscience

zalecana/fakultatywna:

1. J.G.Kemeney, J.I.Snell, G.I.Thompson Introduction to finite Mathematics, Engelwood Cliffs NY, 2020, Prentice-Hall
2. R.A.Horn, C.R.Johnson Matrix analysis, Cambridge london NY New Rochelle Melbourne Sydney, 1986, Cambridge Univ.Press

Matematyczne podstawy informatyki <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematical bases of Computer Science <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

Nie określono wymagań wstępnych

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z matematycznymi pojęciami obliczalności: automatami skończonymi, gramatykami bezkontekstowymi i maszynami Turinga
2. Uświadomienie studentom istnienia programu Hilberta oraz ograniczeń algorytmicznej obliczalności
3. Zapoznanie studentów z metodą automatycznego dowodzenia twierdzeń

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	matematyczne podstawy teorii języków formalnych, automatów i obliczeń algorytmicznych, a także związek tej teorii z informatyką	K_W11
EW2	pojęcie złożoności obliczeniowej algorytmu, pojęcia klasy P i klasy NP.	K_W11
EW3	elementy logiki potrzebne do zrozumienia zagadnienia automatycznego dowodzenia twierdzeń	K_W01
EW4	tezę (hipotezę) Churcha Turinga i hipotezę, że P nie jest równe NP.	K_W03
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	zaprojektować skończony automat - deterministyczny lub niedeterministyczny-akceptujący zadany język regularny; zastosować odpowiednie konstrukcje do rozpoznawania sumy, przecięcia, dopełnienia, czy zestawienia (konkatenacji) języków regularnych; potrafi przekształcić automat niedeterministyczny w deterministyczny rozpoznający ten sam język.	K_U19
EU2	rozróżnić język regularny od nieregularnego, a także o niektórych językach udowodnić, że nie są one regularne.	K_U01, K_U19
EU2	rozróżnić język regularny od nieregularnego, a także o niektórych językach udowodnić, że nie są one regularne.	K_U19
EU4	zaprojektować maszynę Turinga realizującą pewne zadanie; rozpoznać język akceptowany przez zadaną maszynę lub funkcję przez nią obliczaną.	K_U19
EU5	stosować metody komputerowe ilustrujące modele obliczeń, a także metody komputerowo wspomaganego dowodzenia twierdzeń	K_U21
EU6	stosować logiczną analizę poprawności rozumowań, w tym wyprowadzanie nowych twierdzeń przy użyciu reguł logicznych	K_U21

Kompetencje społeczne

Absolwent jest gotów do:

EK1	przyjęcia krytyki własnego rozwiązania i do udziału w dyskusji zmierzającej do zespołowego znalezienia modelu matematycznego (automatu, maszyny lub gramatyki) rozwiązującego dany problem algorytmiczny	K_K01, K_K02
EK2	dyskusji ograniczeń możliwości komputerowego rozwiązywania problemów	K_K01

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	4	Z	30	15	0	15	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Alfabet, słowo, język formalny.	1
2	W	Język formalny logiki zdaniowej. Aksjomatyczne i regułowe ujęcie logiki zdaniowej. Reguła rezolucji.	4
3	W	Wyrażenia regularne i języki przez nie oznaczane.	1
4	W	Skończone automaty deterministyczne i niedeterministyczne. Konstrukcje nowych automatów na podstawie danych: automat akceptujący sumę, przecięcie, dopełnienie, konkatenację języków, gwiazdkę Kleene'go języka; automat deterministyczny równoważny danemu niedeterministycznemu. Twierdzenie o równoważności klasy skończonych automatów deterministycznych i klasy skończonych automatów niedeterministycznych. Definicja i charakterystyka języków regularnych. Lemat o pompowaniu.	8
5	W	Gramatyki bezkontekstowe. Informacja o automatach ze stosem. Lemat o pompowaniu dla języków bezkontekstowych.	4

6	W	Pojęcie maszyny Turinga. Funkcje obliczalne i częściowo rekurencyjne. Problemy rozstrzygalne i rekurencyjnie przeliczalne. Różne równoważne wersje definicji maszyny Turinga. Twierdzenia o związkach między językami rekurencyjnymi (rozstrzygalnymi) a rekurencyjnie przeliczalnymi; kontrprzykład na hipotezę, że każdy język rekurencyjnie przeliczalny jest rekurencyjny. Przykład języka, który nie jest rekurencyjnie przeliczalny. Informacja o uniwersalnej maszynie Turinga.	6
7	W	Złożoność obliczeniowa. Notacja O. Klasa P. Klasa NP. Przykłady: SAT, TSP, HAM-CYCLE.Redukcja wielomianowa. NP-trudność. NP-zupełność. Hipoteza, że P nie jest równe NP i jej konsekwencje. W. wymienione problemy są NP-zupełne.	5
8	W	Historia pojęcia maszyny Turinga i pojęcia algorytmu. Teza Churcha-Turinga. Problem, czy P jest równe NP jako problem milenijny. Konsekwencje ewentualnej odpowiedzi pozytywnej. Powody skłaniające do hipotezy, że odpowiedź jest negatywna.	1
9	LK	Symulacje automatów skończonych. Symulacje maszyn Turinga. Język zapytań, na przykład Prolog. Programowanie w Prologu lub innym języku zapytań (query-language).	15
10	C	Ćwiczenia w stosowaniu reguł logicznych	2
11	C	Konstruowanie automatów skończonych, znajdowanie języka akceptowanego przez dany automat.	3
12	C	Stosowanie lematu o pompowaniu dla języków regularnych do wykazywania, że dany język nie jest regularny	2
13	C	Gramatyki bezkontekstowe i automaty ze stosem	3
14	C	Konstruowanie maszyn Turinga. Wyznaczanie języka akceptowanego przez daną maszynę Turinga. Wyznaczanie funkcji obliczanej przez daną maszynę Turinga.	3
15	C	Problemy nierozstrzygalne. Problemy NP zupełne.	1
16	C	Zadania różne	1

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie do zajęć, studiowanie wykładów, poprzednich ćwiczeń i literatury	20
2	Opracowanie zadań domowych na ćwiczenia	15
3	Opracowanie zadań na laboratoria komputerowe	10
4	Powtórka materiału przed kolokwium	8
5	Udział w konsultacjach	3
6	Zaliczenie w sesji	4

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, konsultacje, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, dyskusja, kolokwium, odpowiedź ustna, projekt, rozwiązanie zadania problemowego, zaliczenie pisemne, sprawozdanie

Kryteria oceny:

1. przygotowanie do zajęć, aktywność podczas zajęć i udział w dyskusji
2. zadania domowe, kolokwium, aktywność i udział w dyskusji
3. przygotowanie do zajęć, zadania domowe, aktywność podczas zajęć, kolokwium
4. zadania domowe, przygotowanie do zajęć, kolokwium, aktywność
5. zadania domowe, przygotowanie do zajęć, kolokwium, aktywność
6. zadania domowe, przygotowanie do zajęć, kolokwium, aktywność
7. projekt komputerowy, przygotowanie do zajęć
8. przygotowanie do zajęć, aktywność, zadania laboratorium komputerowego, projekt komputerowy
9. przygotowanie do zajęć, kolokwium, aktywność
10. zadania domowe, przygotowanie do zajęć, kolokwium, udział w dyskusji
11. zadania domowe, przygotowanie do zajęć, kolokwium, udział w dyskusji

Literatura:

obowiązkowa:

1. Hopcroft, J., Ullman J., Wprowadzenie do teorii języków, automatów i obliczeń, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. M. Sipser, Wprowadzenie do teorii obliczeń, PWN, Warszawa 2020
2. Ben-Ari, M., Logika matematyczna w informatyce, WNT, 2006

Matematyczne podstawy kryptologii <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematics of cryptology <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Algebra liniowa z geometrią analityczną, podstawy algebry abstrakcyjnej, elementy analizy matematycznej, elementy teorii liczb, logika i matematyka dyskretna

Cele przedmiotu:

1. Nauczyć studentów podstaw matematycznych i metod współczesnej kryptologii

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student zna podstawowe pojęcia teorii liczb, niezbędne w kryptologii	K_W01
EW2	Student zna podstawy teorii Shannona (pojęcia oraz twierdzenia) o szyfrowaniu i bezpieczeństwie informacji oraz kryptologię klasyczną, podstawy szyfrowania symetrycznego i asymetrycznego	K_W01
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student wie i demonstrowuje jak zrealizować szyfrowanie i deszyfrowanie za pomocą szyfrów podstawowych	K_U13
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student nie tylko wie i demonstrowuje jak szyfrować i deszyfrować informacje za pomocą szyfrów klasycznych i współczesnych, lecz również potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania, samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych	K_K01

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Elementy kryptologii: ochrona danych, systemy i algorytmy kryptograficzne, własności informacyjne języka	2

2	W	Elementy teorii liczb: twierdzenie o dzieleniu z resztą, klasy reszt modulo n , rozszerzony algorytm Euklidesa, NWD, NWW, liczby względnie pierwsze, liczby pierwsze, zasadnicze twierdzenie arytmetyki, sito Eratostenesa, funkcje arytmetyczne, twierdzenia Eulera i Fermata	8
3	W	Obliczeniowa i algorytmiczna teoria liczb, testy pierwszości, logarytmy dyskretne	4
4	W	Teoria Shannona o kodach i szyfrach	2
5	W	Kryptologia klasyczna	2
6	W	Szyfry symetryczne	4
7	W	Szyfry asymetryczne	4
8	W	Podpisy cyfrowe, inne zastosowania kryptografii	4
9	C	Systemy i algorytmy kryptograficzne, własności informacyjne języka	2
10	C	Twierdzenie o dzieleniu z resztą, klasy reszt modulo n , rozszerzony algorytm Euklidesa, NWD, NWW, liczby względnie pierwsze, liczby pierwsze, zasadnicze twierdzenie arytmetyki, sito Eratostenesa, funkcje arytmetyczne, twierdzenia Eulera i Fermata	8
11	C	Testy pierwszości, logarytmy dyskretne, algorytmy faktoryzacji liczb całkowitych, generowanie liczb pierwszych	4
12	C	Teoria Shannona o kodach i szyfrach, własności entropii	2
13	C	Kryptologia klasyczna	2
14	C	Szyfry symetryczne	4
15	C	Szyfry asymetryczne	4
16	C	Podpisy cyfrowe, inne zastosowania kryptografii	4

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	30
2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	75
4	Opracowanie wyników	30

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, konsultacje, wykład, ćwiczenia tablicowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, test

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0 Student zna podstawowe pojęcia i zagadnienia teorii liczb z dowodami, niezbędne w kryptologii, oraz ilustruje ich przykładami, rozwiązuje standardowe oraz niestandardowe zadania teoretyczne i praktyczne
2. Na ocenę 5.0 Student zna podstawowe pojęcia i zagadnienia (z dowodami i algorytmami) teorii Shannona (pojęcia oraz twierdzenia) o szyfrowaniu i bezpieczeństwie informacji oraz kryptologii klasycznej, podstawowe pojęcia i zagadnienia (z dowodami i algorytmami) o szyfrowaniu symetrycznego i asymetrycznego, ilustruje ich przykładami, rozwiązuje standardowe i niestandardowe zadania teoretyczne i praktyczne
3. Na ocenę 5.0 Student nie tylko wie i demonstruje jak szyfrować i deszyfrować informacje za pomocą szyfrów klasycznych i współczesnych, lecz również potrafi precyzyjnie formułować standardowe i niestandardowe pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania, samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych
4. Na ocenę 5.0 Student wie i demonstruje jak zrealizować szyfrowanie i deszyfrowanie za pomocą szyfrów podstawowych klasycznych i współczesnych, a także pewne elementy kryptoanalizy, oraz ich standardowe i niestandardowe zastosowania

Literatura:

obowiązkowa:

1. W. Mochnacki ? Kody korekcyjne i kryptografia, Wrocław, 1997, Politechnika Wrocławska
2. N. Koblitz ? Wykład z teorii liczb i kryptografii, Warszawa, 1995, WNT
3. J.A. Buchmann ? Wprowadzenie do kryptografii, Warszawa, 2006, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. N. Koblitz ? Algebraiczne aspekty kryptografii, Warszawa, 2000, WNT
2. Song Y. Yan ? Teoria liczb w informatyce, Warszawa, 2006, PWN

Matematyka finansowa <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematical finance <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Rachunek prawdopodobieństwa I , II
2. Metody stochastyczne
3. Modele dyskretne rynku finansowego

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami modelowania rynków finansowych, w tym rynków niezupełnych w czasie dyskretnym.
2. Przedstawienie metod wyceny opcji amerykańskich w czasie dyskretnym.
3. Przedstawienie modelu Blacka-Scholesa.
4. Omówienie podstawowych strategii inwestycyjnych zbudowanych z wykorzystaniem opcji.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW4	Student zna problemy wyceny instrumentów amerykańskich na rynkach z czasem dyskretnym.	K_W04
EW5	Student zna modele rynków zupełnych i niezupełnych z czasem dyskretnym.	K_W09
EW6	Student zna model Blacka-Scholesa.	K_W07
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	Student potrafi konstruować strategie inwestycyjne zbudowane z wykorzystaniem opcji	K_U16
EU4	Student umie wyceniać instrumenty europejskie na rynkach zupełnych i niezupełnych z czasem dyskretnym.	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student dostrzega ograniczenia własnej wiedzy, rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrzebę dzielenia się wiedzą	K_K01

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Instrumenty pochodne: wprowadzenie, przykłady.	2
2	W	Przypomnienie podstawowych pojęć analizy stochastycznej: warunkowa wartość oczekiwana, martyngały, transformata martyngałowa.	2
3	W	Model rynku dyskretnego: wycena na rynkach zupełnych - przypomnienie, problemy wyceny na rynkach niezupełnych.	6
4	W	Wycena opcji amerykańskich: moment stopu, ciąg zatrzymany, twierdzenie Dooba, kompensator, moment optymalny, obwiednia Snella, wycena amerykańskiej opcji kupna i sprzedaży, przykłady.	6
5	W	Elementy analizy stochastycznej w czasie ciągłym: proces Wienera, geometryczny ruch Browna, całka Ito, wzór Ito, twierdzenie Girsanowa, stochastyczne równania różniczkowe.	6
6	W	Model Blacka-Scholesa: warunek samofinansowania, arbitraż i zupełność w modelu Blacka-Scholesa, równanie Blacka-Scholesa, wzór Blacka-Scholesa, przykład wyceny.	8
7	C	Instrumenty pochodne: opcje waniliowe i egzotyczne, konstrukcje strategii opcyjnych, profile wypłaty, wycena instrumentów egzotycznych	4
8	C	Badanie własności warunkowej wartości oczekiwanej, przykłady martyngałów, transformaty martyngałowej.	4
9	C	Przykłady wyceny opcji europejskich na rynku zupełnym. Wyznaczanie równoważnej miary martyngałowej. Wycena w modelu CRR. Przykłady rynku niezupełnego. Wyznaczanie ceny kupującego i sprzedającego.	4
10	C	Badanie własności momentów stopu, ciągów zatrzymanych. Wyznaczanie obwiedni Snella. Przykłady wyceny opcji amerykańskich.	6
11	C	Wyznaczanie obwiedni Snella. Przykłady wyceny opcji amerykańskich.	4
12	C	Własności całki Ito. Wzór Ito, wzór na całkowanie przez części, stochastyczne równanie różniczkowe.	2
13	C	Badanie własności procesów stochastycznych w czasie ciągłym. Własności procesu Wienera, geometryczny ruch Browna.	4
14	C	Przykłady wyceny w modelu Blacka-Scholesa. Analiza wrażliwości w modelu Blacka-Scholesa.	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	30
2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	15
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	60
4	Samodzielne rozwiązywanie zadań i problemów	45

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, konsultacje, wykład, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, zaliczenie pisemne

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0: Student umie konstruować strategie inwestycyjne o żądanym profilu wypłaty. Umie je analizować i wyceniać w wybranym modelu.
2. Na ocenę 5.0: Student potrafi zbadać czy dany rynek jest bezarbitrażowy i zupełny. Umie konstruować strategie arbitrażowe, jeśli istnieją. Student umie wyceniać instrumenty europejskie na rynku zupełnym, wyznaczyć instrumenty osiągalne na rynku niezupełnym oraz wyznaczyć cenę sprzedającego i kupującego na rynku niezupełnym.
3. Na ocenę 5.0: Student zna, umie zilustrować na wybranych przez siebie przykładach i biegle posługuje się pojęciami: momentu stopu, momentu optymalnego i obwiedni Snella. Student umie zastosować teorię do problemów wyceny instrumentów amerykańskich. Umie dowodzić twierdzenia przedstawione na wykładach.
4. Na ocenę 5.0: Student umie wypowiedzieć definicje i twierdzenia z zakresu przedstawionego na wykładach materiału, umie dowodzić twierdzenia przedstawione na wykładach.
5. Na ocenę 5.0: Student umie wypowiedzieć definicje i twierdzenia z zakresu przedstawionego na wykładach materiału, umie dowodzić twierdzenia przedstawione na wykładach.
6. Na ocenę 5.0: Student rozwiązuje zadania domowe, korzysta z materiałów dostępnych na platformie e-learningowej. Ponadto, na zajęciach lub podczas konsultacji, zadaje pytania o charakterze merytorycznym, chętnie prezentuje rozwiązania zadań i problemów na ćwiczeniach, dodatkowo poszukuje odpowiedzi na pytania w literaturze przedmiotu. Potrafi prowadzić nieformalną rozmowę o zagadnieniach merytorycznych związanych z przedmiotem.

Literatura:

obowiązkowa:

1. M. Wiciak, Wybrane zagadnienia teorii opcji, Kraków, 2007, Wydawnictwo PK
2. J. Jakubowski, Modelowanie rynków finansowych, Warszawa, 2006, Script

zalecana/fakultatywna:

1. J. Jakubowski, A. Palczewski, M. Rutkowski, Ł. Stettner, Matematyka Finansowa. Instrumenty Pochodne, Warszawa, 2003, WNT
2. J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Warszawa, 2001, Script
3. R. Sz. Lipcer, A. N. Szirajew, Statystyka procesów stochastycznych, Warszawa, 1981, PWN

Matematyka ubezpieczeniowa <i>nazwa przedmiotu</i>
Insurance mathematics <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczony przedmiot: "rachunek prawdopodobieństwa".

Cele przedmiotu:

1. Poznanie elementów modeli demograficznych.
2. Poznanie rodzajów polis ubezpieczeniowych na życie, rodzajów rent życiowych i metod kalkulacji składek jednorazowych netto.
3. Poznanie metod obliczania składek niejednorazowych i rezerwy składki netto w różnych typach ubezpieczeń.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	pojęcia i zagadnienia takie jak: funkcja przeżycia i prawdopodobieństwo przeżycia, dalsze życie noworodka i x-latka, natężenie wymierania, tablice trwania życia i ich parametry, przeciętne trwanie życia, modele dla niepełnych lat życia, analityczne prawa umieralności w populacji, rodzaje polis ubezpieczeniowych ze świadczeniem płatnym na koniec roku śmierci i ze świadczeniem płatnym w chwili śmierci, ryzyko ubezpieczyciela, polisy ubezpieczeniowe ze świadczeniem wypłacanym na koniec miesiąca śmierci, rodzaje rent życiowych, składki niejednorazowe netto, rezerwy składek w ubezpieczeniach z wypłatą na koniec roku śmierci i ubezpieczeniach mieszanych, ubezpieczenia grup osób, ubezpieczenia wieloopcyjne.	K_W09
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	obliczać: prawdopodobieństwa przeżycia, natężenia wymierania, przeciętne dalsze trwania życia, wyznaczanie parametrów aktuarialnych w modelach dla niepełnych lat życia, parametry aktuarialne z wykorzystaniem analitycznych praw umieralności w populacji, składki jednorazowych za polisy ubezpieczeniowe ze świadczeniami płatnymi na koniec roku śmierci i w chwili śmierci, składki jednorazowe za renty życiowe płatne z dołu i z góry oraz za renty ciągłe, składek niejednorazowe netto i rezerwy składek w ubezpieczeniach z wypłatą na koniec roku śmierci i ubezpieczeniach mieszanych, składki netto w ubezpieczeniach wieloopcyjnych, składki netto w ubezpieczeniach dla dwóch i więcej osób.	K_U16
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		

EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02
-----	--	-------

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Funkcja przeżycia i prawdopodobieństwo przeżycia, dalsze życie noworodka i x-latka, natężenie wymierania, tablice trwania życia i ich parametry, przeciętne dalsze trwanie życia.	4
2	W	Modele dla niepełnych lat życia: model jednostajnego rozkładu śmierci, model stałego natężenia wymierania, model Balducciego. Analityczne prawa umieralności w populacji: prawo de Moivre'a, Gompertza, Makehama, Weibulla.	4
3	W	Rodzaje polis ubezpieczeniowych ze świadczeniem płatnym na koniec roku śmierci i ze świadczeniem płatnym w chwili śmierci: ich wartość aktuarialna i ryzyko ubezpieczyciela. Polisy ubezpieczeniowe ze świadczeniem wypłacanym na koniec miesiąca śmierci. Rodzaje rent życiowych: wartość aktuarialna i ryzyko ubezpieczyciela.	6
4	W	Składki niejednorazowe netto. Rezerwy składek w ubezpieczeniach z wypłatą na koniec roku śmierci i ubezpieczeniach mieszanych.	4
5	W	Ubezpieczenia grup osób	6
6	W	Ubezpieczenia wieloopcyjne	6
7	C	Obliczanie prawdopodobieństw przeżycia, natężenia wymierania, przeciętnego dalszego trwania życia.	4
8	C	Wyznaczanie parametrów aktuarialnych w modelach dla niepełnych lat życia, obliczanie parametrów aktuarialnych z wykorzystaniem analitycznych praw umieralności w populacji.	4
9	C	Obliczanie składek jednorazowych za polisy ubezpieczeniowe (ze świadczeniami płatnymi na koniec roku śmierci i w chwili śmierci) i za renty życiowe płatne z dołu i z góry oraz za renty ciągłe	7
10	C	Obliczanie składek niejednorazowych netto i rezerw składek w ubezpieczeniach z wypłatą na koniec roku śmierci i ubezpieczeniach mieszanych.	5

11	C	Obliczanie składek netto w ubezpieczeniach wieloopcyjnych.	5
12	C	Obliczanie składek netto w ubezpieczeniach dla dwóch osób.	5

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Studiowanie literatury.	30
2	Przygotowanie do zadań na ćwiczeniach.	15
3	Przygotowanie do kolokwiów.	30
4	Przygotowanie do egzaminu.	30
5	Konsultacje, zaliczenia w sesji w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym.	45

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

egzamin pisemny, kolokwium

Kryteria oceny:

1. Liczba punktów z egzaminu w przedziale [0%,50%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 2,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [50%,60%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [60%,70%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,5.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [70%,80%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [80%,90%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,5.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [90%,100%] maksymalnej liczby punktów, to ocena 5,0.
2. Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [0%,50%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 2,0.
Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [50%,60%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,0.
Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [60%,70%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,5.
Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [70%,80%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,0.
Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [80%,90%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,5.
Liczba punktów z ćwiczeń w przedziale [90%,100%] maksymalnej liczby punktów, to ocena 5,0.

Literatura:

obowiązkowa:

1. M. Skalba, Ubezpieczenia na życie, Warszawa, 2009, WNT
2. B. Błaszczyszyn, T. Rolski, Podstawy matematyki ubezpieczeń na życie, Warszawa, 2018, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. H. U. Gerber, Life Insurance Mathematics, Berlin, 1990, Springer

2. N.L. Bowers, H.U. Gerber, J.C. Jones, C. Nesbitt, Actuarial Mathematics, Illinois, 1986, Actuarial Society

Mathematical writing <i>nazwa przedmiotu</i>
Mathematical writing <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

Nie określono wymagań wstępnych

Cele przedmiotu:

1. Ugruntowanie zasad pisania tekstów naukowych i popularno-naukowych w dyscyplinie matematyka
2. Doskonalenie języka angielskiego używanego do komunikacji treści matematycznych
3. Ćwiczenie ustnych wypowiedzi publicznych i prezentacji matematycznych w języku angielskim
4. Przygotowanie do czytania ze zrozumieniem naukowych tekstów matematycznych w języku angielskim i tłumaczenia ich na poprawny język polski.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	słownictwo matematyczne oraz słownictwo używane w matematycznych tekstach o charakterze naukowym w języku angielskim	K_W13
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	poprawnie i ze zrozumieniem przetłumaczyć co najmniej średnio zaawansowany tekst matematyczny z języka angielskiego na język polski w wybranej gałęzi matematyki	K_U02, K_U13
EU2	przygotować ustną prezentację zagadnienia matematycznego na poziomie studiów II stopnia, wykraczającą poza program studiów, w języku angielskim	K_U02, K_U13
EU2	przygotować ustną prezentację zagadnienia matematycznego na poziomie studiów II stopnia, wykraczającą poza program studiów, w języku angielskim	K_U13
EU3	opracować pisemnie, w języku angielskim, tekst matematyczny mający cechy naukowe i popularno-naukowe, o treści wykraczającej poza program studiów	K_U13
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	takiego przedstawiania wybranych treści matematycznych, by zaintrygować nimi niespecjalistów	K_K05
EK2	znalezienia tekstu matematycznego w języku angielskim na interesujący go temat, przeczytania go ze zrozumieniem, przetłumaczenia na język polski i do zreferowania jego fragmentów	K_K06
EK3	rzetelnego cytowania źródeł wykorzystywanych we własnych opracowaniach, klarownego oddzielania pracy własnej od pracy cudzej	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	3	Z	0	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	C	Przystawienie własnych zainteresowań matematycznych	1
2	C	Wspólne tłumaczenie artykułu naukowego.	2
3	C	Sformułowania używane w prezentacji treści matematycznych, definicji, twierdzeń i dowodów. Formułowanie definicji, twierdzeń i prostych argumentacji. Powtórzenie aspektów gramatycznych: strona bierna, użycie czasów, użycie rodzajnika określonego i nieokreślonego.	6
4	C	Wyszukiwanie i omawianie artykułów matematycznych proponowanych do tłumaczenia przez studentów.	2
5	C	Uwagi ogólne związane z tłumaczeniami	2
6	C	Przykładowa prezentacja matematyczna przez osobę prowadzącą zajęcia. Cechy dobrej prezentacji	1
7	C	Studenckie prezentacje	6
8	C	Przedstawienie tematów indywidualnie opracowywanych artykułów w języku angielskim. Streszczenie i plan.	2
9	C	Konstrukcja artykułu naukowego. Omówienie tekstu instruktażowego na temat pisania artykułów naukowych.	2
10	C	Omówienie fragmentów artykułów będących w trakcie opracowania z naciskiem na następujące ich elementy: Wstęp Wypowiedzi twierdzeń, definicji i innych ścisłych sformułowań o podobnym charakterze Komentarze wiążące Odniesienia do równań, twierdzeń, definicji i innych elementów własnego tekstu.	3
11	C	Spis literatury i cytowania. Unikanie plagiatu i autoplagiatu	1
12	C	Abstrakt artykułu naukowego: przykładowe abstrakty z literatury; konstrukcja własnego abstraktu.	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
-----	--------------------	---------------

1	Studiowanie słownictwa matematycznego w języku angielskim	8
2	Wyszukanie artykułu do tłumaczenia	4
3	Przetłumaczenie fragmentu artykułu matematycznego na język polski; skonsultowanie tłumaczenia i dokonanie korekty i autokorekty	8
4	Przygotowanie prezentacji	8
5	Opracowanie pierwszej wersji własnego artykułu matematycznego	12
6	Konsultacja przygotowywanego artykułu matematycznego, dokonanie korekty i autokorekty wersji ostatecznej	10
7	Krótkie zadania domowe oddawane cotygodniowo	10

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, dyskusja, konsultacje, praca w grupach, praca z tekstem/materiałem audio i wideo, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, dyskusja, kolokwium, odpowiedź ustna, prezentacja, referat, test, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Na ocenę bardzo dobrą: a) w pracach pisemnych słownictwo matematyczne jest w 95 % przetłumaczone prawidłowo b) w prezentacji słownictwo matematyczne jest używane prawidłowo c) W testach i wuizach dotyczących użycia słownictwa matematycznego student uzyskuje przynajmniej 90 % możliwych punktów d) Krótkie zadania domowe poświęcone słownictwu są wykonane na przynajmniej 90% punktów d)
2. Na ocenę bardzo dobrą: student uzyskuje przynajmniej 91 % możliwych punktów z zadania polegającego na przetłumaczeniu tekstu matematycznego z wybranej dziedziny; tekst ten jest wcześniej zaakceptowany przez prowadzącą lub prowadzącego zajęcia
3. Na ocenę bardzo dobrą: student uzyskał przynajmniej 91% możliwych punktów za wygłoszenie prezentacji
4. Student uzyskał przynajmniej 91% możliwych punktów za przygotowanie prezentacji.
5. Na ocenę bardzo dobrą: student uzyskał co najmniej 91 % możliwych do uzyskania punktów za opracowanie w języku angielskim artykułu o charakterze naukowym i popularno-naukowym w wybranej dziedzinie matematyki
6. Na każdą ocenę pozytywną: student wykonał zadanie wyszukania odpowiedniego artykułu w języku angielskim na interesujący go temat, zrobił to w terminie i skonsultował z pracownikiem dydaktycznym zarówno jakość tego artykułu jak i jego odpowiedniość do tłumaczenia. Student zaliczył to zadanie.
7. Na ocenę bardzo dobrą: zadanie tłumaczenia artykułu naukowego z języka angielskiego na język polski uzyskało co najmniej 91% punktów możliwych do uzyskania. Dodatkowo, fragmenty tego artykułu zostały ustnie zaprezentowane i prezentacja ta została oceniona na co najmniej 91 %

możliwych do uzyskania punktów.

8. W pracach przedstawianych do oceny, cytowania i rzetelne oddzielenie swoich rezultatów od cudzych jest sumarycznie oceniane na przynajmniej 90% możliwych do uzyskania punktów. Prace, w których ten efekt jest oceniany, to: prezentacja, jej streszczenie, tłumaczenie artykułu, samodzielnie napisany artykuł o charakterze naukowym i popularno-naukowym .

Literatura:

obowiązkowa:

1. Bayley, Academic writing

zalecana/fakultatywna:

1. artykuły naukowe w dziedzinie zainteresowań studenta, w tym zasugerowane przez przyszłego promotora pracy magisterskiej
2. Halmos, P., How to write mathematics

Metody stochastyczne <i>nazwa przedmiotu</i>
Stochastic methods <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczony przedmiot "Rachunek prawdopodobieństwa".

Cele przedmiotu:

1. Zaznajomienie studentów z pojęciami i metodami analizy stochastycznej

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się

Wiedza

Absolwent zna i rozumie:

EW1

szeregi czasowe: model filtru liniowego, funkcja przenoszenia, model stabilny. Szeregi czasowe stacjonarne w węższym i szerszym sensie, funkcja autokowariancji i autokorelacji i ich estymacja. Analiza częstotliwościowa modeli stacjonarnych, periodogram, spektrum, funkcja gęstości spektralnej. Proces liniowy: funkcja tworząca autokowariancji, warunki stacjonarności i odwracalności. Procesy $AR(p)$: warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum, równania Yule-Walkera, funkcja autokorelacji cząstkowej. Procesy $MA(q)$: warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum. Procesy $ARMA(p,q)$: warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum, prognozowanie. Procesy $ARIMA$ i prognozowanie. Definicja procesu stochastycznego, rozkłady skończone wymiarowe procesu, wartość średnia, funkcja kowariancji, twierdzenie o ciągłej modyfikacji. Baza stochastyczna, procesy prognozowalne, progresywnie mierzalne, nieantycypujące. Zbiory cylindryczne i rozkład procesu stochastycznego, rodziny zgodne rozkładów i twierdzenie Daniella-Kołmogorowa. Proces Poissona, jego własności i zastosowania. Złożony proces Poissona i jego zastosowania w finansach i ubezpieczeniach. Proces Wienera, własności trajektorii, wariacja kwadratowa, most Browna, geometryczny ruch Browna, wielowymiarowy proces Wienera. Czas zatrzymania, własności. Chwila pierwszej wizyty w zbiorze. Sigma-ciało zbiorów obserwowalnych do chwili losowej. Proces zatrzymany. Martynały, nadmartynały, podmartynały, definicja, własności. Nierówności maksymalne. Stochastyczna całka Ito dla procesów prostych i dla procesów nieantycypujących, własności. Procesy Ito i formuła Ito. Stochastyczne równania różniczkowe: twierdzenie o istnieniu jednoznacznego rozwiązania w mocnym sensie. Rozwiązanie ogólne układu liniowego stochastycznych równań różniczkowych. Zastosowanie stochastycznych równań różniczkowych do analizy rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych.

K_W09

Umiejętności

Absolwent potrafi:

EU1	przeprowadzić modelowanie i analizę szeregów AR(p), MA(q), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q). Wyznaczyć rozkłady skończenie wymiarowych procesów stochastycznych, obliczyć średnią procesu i funkcję kowariancji. Przeprowadzić obliczenia dotyczące procesu Poissona i procesu Wienera, czasów zatrzymania i martyngałów, całki stochastycznej, stochastycznych równań różniczkowych i formuły Ito.	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	6	E	45	15	0	15	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Szeregi czasowe: model filtru liniowego, funkcja przenoszenia, model stabilny. Szeregi czasowe stacjonarne w węższym i szerszym sensie, funkcja autokowariancji i autokorelacji i ich estymacja. Analiza częstotliwościowa modeli stacjonarnych, periodogram, spektrum, funkcja gęstości spektralnej.	5
2	W	Proces liniowy: funkcja tworząca autokowariancji, warunki stacjonarności i odwracalności. Procesy AR(p): warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum, równania Yule'a-Walkera, funkcja autokorelacji cząstkowej.	4
3	W	Procesy MA(q) : warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum. Procesy ARMA(p,q): warunki stacjonarności i odwracalności, funkcja autokorelacji i spektrum, prognozowanie.	4
4	W	Definicja procesu stochastycznego, rozkłady skończenie wymiarowe procesu, wartość średnia, funkcja kowariancji, twierdzenie o ciągłej modyfikacji.	2

5	W	Baza stochastyczna, procesy prognozowalne, progresywnie mierzalne, nieantycypujące	2
6	W	Zbiory cylindryczne i rozkład procesu stochastycznego, rodziny zgodne rozkładów i twierdzenie Daniella-Kołmogorowa.	2
7	W	Proces Poissona, jego własności i zastosowania. Złożony proces Poissona i jego zastosowania w finansach i ubezpieczeniach.	4
8	W	Proces Wienera, własności trajektorii, kryteria "bycia procesem Wienera", wariacja kwadratowa, most Browna, geometryczny ruch Browna, informacja o wielowymiarowym procesie Wienera.	4
9	W	Czas zatrzymania, własności. Chwila pierwszej wizyty w zbiorze. Sigma-ciało zbiorów obserwowalnych do chwili losowej. Proces zatrzymany	2
10	W	Martyngały, nadmartyngały, podmartyngały, definicja, własności. Nierówności maksymalne.	6
11	W	Stochastyczna całka Ito dla procesów prostych i dla procesów nieantycypujących, własności. Procesy Ito i formuła Ito. Twierdzenie o reprezentacji martyngału całkowitego z kwadratem	4
12	W	Stochastyczne równania różniczkowe, geneza. Twierdzenie o istnieniu jednoznacznego rozwiązania w mocnym sensie. Rozwiązanie ogólne układu liniowego stochastycznych równań różniczkowych. Zastosowanie stochastycznych równań różniczkowych do analizy rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych.	6
13	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących ogólnych modeli liniowych.	3
14	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących modeli AR(p), MA(q), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q).	2
15	C	Wyznaczanie rozkładów skończenie wymiarowych procesów stochastycznych. Obliczanie średniej procesu i funkcji kowariancji.	1
16	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących mierzalności procesu stochastycznego.	1
17	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących procesu Poissona i procesu Wienera.	2
18	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących czasów zatrzymania i martyngałów.	2
19	C	Rozwiązywanie zadań dotyczących całki stochastycznej, stochastycznych równań różniczkowych i formuły Ito.	3
20	LK	Generowanie szeregów AR(p), MA(q), ARMA(p,q), ARIMA(p,d,q). Identyfikacja tych modeli.	5
21	LK	Generowanie liczb zgodnie z ustalonym rozkładem. Symulacja procesu Wienera oraz procesu Poissona.	5
22	LK	Symulacja rozwiązań stochastycznych równań różniczkowych.	5

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
-----	--------------------	---------------

1	Studiowanie literatury.	30
2	Przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu.	45
3	Konsultacje, zaliczenia w sesji egzaminacyjnej w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym.	15

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

egzamin pisemny, kolokwium

Kryteria oceny:

1. Liczba punktów z egzaminu w przedziale [0%,50%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 2,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [50%,60%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [60%,70%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 3,5.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [70%,80%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,0.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [80%,90%) maksymalnej liczby punktów, to ocena 4,5.
Liczba punktów z egzaminu w przedziale [90%,100%] maksymalnej liczby punktów, to ocena 5,0.
2. Na ocenę 2,0 brak spełnienia kryterium na ocenę 3,0. Na ocenę 3,0 uzyskanie w ocenie łącznej z ćwiczeń i laboratorium oceny 3,0. Na ocenę 3,5 uzyskanie w ocenie łącznej z ćwiczeń i laboratorium oceny 3,5. Na ocenę 4,0 uzyskanie w ocenie łącznej z ćwiczeń i laboratorium oceny 4,0. Na ocenę 4,5 uzyskanie w ocenie łącznej z ćwiczeń i laboratorium oceny 4,5. Na ocenę 5,0 uzyskanie w ocenie łącznej z ćwiczeń i laboratorium oceny 5,0.

Literatura:

obowiązkowa:

1. A. Plucińska, E. Pluciński, Probabilistyka : rachunek prawdopodobieństwa, statystyka matematyczna, procesy stochastyczne, Warszawa, 2009, WNT
2. J. Jakubowski, R. Sztencel, Wstęp do teorii prawdopodobieństwa, Warszawa, 2010, Script
3. R. Lipcer, A. Szirjajew, Statystyka procesów stochastycznych, Warszawa, 1981, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. A.D. Wentzell, Wykłady z teorii procesów stochastycznych, Warszawa, 1980, PWN
2. A. Janicki, A. Izydorczyk, Komputerowe metody w modelowaniu stochastycznym, Warszawa, 2001, WNT

Modele dyskretne rynku finansowego <i>nazwa przedmiotu</i>
Discrete Financial Market Models <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Podstawy rachunku prawdopodobieństwa. Podstawy procesów stochastycznych

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z wybranymi podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi dyskretnych modeli rynku finansowego.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student przedstawia modele i podstawowe wzory dotyczące wybranych zagadnień ekonomicznych związanych z pojęciem wartości pieniądza w czasie.	K_W04
EW3	Student definiuje i opisuje skończone dyskretne modele rynku finansowego, podaje własności i twierdzenia dotyczące wybranych modeli.	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Student rozwiązuje zadania dotyczące wybranych zagadnień z teorii wartości pieniądza w czasie.	K_U16
EU3	Student opisuje i sprawdza podstawowe własności prostych skończonych dyskretnych modeli rynku finansowego, wycenia w takich modelach proste instrumenty pochodne metodą arbitrażową i martyngałową.	K_U16
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student samodzielnie wyszukuje informacje (np. uzupełniające wiadomości z zajęć) w literaturze.	K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	6	Z	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	W	W1. Wybrane elementy teorii procentu, różne sposoby kapitalizacji, dyskontowanie, pojęcia PV i FV, spłata kredytu, raty annuitetowe.	8
2	W	W2. Skończony dyskretny model rynku finansowego: opis modelu, strategie inwestycyjne, arbitraż, rynek bez arbitrażu. W3. Instrumenty pochodne typu europejskiego, osiągalne instrumenty pochodne, definicja ceny osiągalnego instrumentu pochodnego. W4. Martyngały, transformata martyngałowa, równoważna miara martyngałowa, pierwsze podstawowe twierdzenie matematyki finansowej, martyngałowa wycena instrumentów pochodnych. W5. Rynki zupełne i niezupełne, drugie podstawowe twierdzenie matematyki finansowej. W6. Model CRR, wzór na cenę europejskiej opcji kupna w modelu CRR.	22
3	C	C1. Rozwiązywanie zadań dotyczących różnych sposobów kapitalizacji, obliczanie stóp równoważnych, obliczanie PV i FV, zadania dotyczące różnych sposobów spłaty kredytu, obliczanie rat annuitetowych.	10
4	C	C2. Przykłady modeli rynku finansowego, przykłady strategii, sprawdzanie czy dany model rynku jest bez arbitrażu. C3. Proste przykłady wyceny arbitrażowej. C4. Sprawdzanie czy dany proces stochastyczny jest martyngałem, obliczanie miar martyngałowych, wycena instrumentów pochodnych metodą martyngałową. C5. Przykłady rynków zupełnych i niezupełnych, przykłady nieosiągalnych instrumentów pochodnych i obliczanie ich przybliżonej ceny - informacyjnie. C6. Przykłady wyceny opcji europejskich w modelu CRR.	20

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Studiowanie zalecanej literatury.	85
2	Konsultacje przedmiotowe - w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym.	35

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia, konsultacje, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Ocena 2.0 - Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0. Ocena 3.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 51% - 60% punktów. Ocena 3.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 61% - 70% punktów. Ocena 4.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 71% - 80% punktów. Ocena 4.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 81% - 90% punktów. Ocena 5.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 91% - 100% punktów.

2. Ocena 2.0 - Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0. Ocena 3.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 51% - 60% punktów. Ocena 3.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 61% - 70% punktów. Ocena 4.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 71% - 80% punktów. Ocena 4.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 81% - 90% punktów. Ocena 5.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 91% - 100% punktów.
3. Ocena 2.0 - Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0. Ocena 3.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 51% - 60% punktów. Ocena 3.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 61% - 70% punktów. Ocena 4.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 71% - 80% punktów. Ocena 4.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 81% - 90% punktów. Ocena 5.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 91% - 100% punktów.
4. Ocena 2.0 - Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0. Ocena 3.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 51% - 60% punktów. Ocena 3.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 61% - 70% punktów. Ocena 4.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 71% - 80% punktów. Ocena 4.5 - Student uzyskał z prac pisemnych 81% - 90% punktów. Ocena 5.0 - Student uzyskał z prac pisemnych 91% - 100% punktów.
5. Ocena 2.0 - Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0. Ocena 3.0 - Student uzyskał 51% - 60% punktów z odpowiedniego kolokwium. Ocena 3.5 - Student uzyskał 61% - 70% punktów z odpowiedniego kolokwium. Ocena 4.0 - Student uzyskał 71% - 80% punktów z odpowiedniego kolokwium. Ocena 4.5 - Student uzyskał 81% - 90% punktów z odpowiedniego kolokwium. Ocena 5.0 - Student uzyskał 91% - 100% punktów z odpowiedniego kolokwium.

Literatura:

obowiązkowa:

1. 1. J.Klimkowska, M.Podgórska - Matematyka finansowa, Warszawa, 2005, PWN. 2. S.Pliska - Wprowadzenie do matematyki finansowej. Modele z czasem dyskretnym, Warszawa, 2005, WNT.

zalecana/fakultatywna:

1. 1. M.Redo, P.Prewysz-Kwinto - Matematyka finansowa - Teoria i praktyka, Warszawa, 2021, PWN.
2. A.Weron, R.Weron - Inżynieria finansowa, Warszawa, 1998, WNT.

Nowoczesne finanse ilościowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Modern quantitative finance <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Rachunek prawdopodobieństwa
2. Podstawy statystyki
3. Metody stochastyczne

Cele przedmiotu:

1. Przedstawienie zaawansowanych modeli stochastycznych przydatnych w: nowoczesnym ilościowym modelowaniu instrumentów finansowych; kwestiach zarządzania ryzykiem; konstrukcji wyrafinowanych strategii inwestycyjnych.
2. Pełniejsze zrozumienie funkcjonowania współczesnych rynków finansowych oraz dynamiki procesów cen na różnych giełdach. Wykształcenie zdolności tworzenia projektów analitycznych z zakresu ilościowego ujęcia zagadnień spotykanych w finansach (wycena i zastosowanie derywatów, kwantyfikacja ryzyka).

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Definiowanie i przedstawienie własności modeli GARCH oraz ich asymetrycznych uogólnień. Rozróżnienie między modelami szeregów z krótką i długą "pamięcią".	K_W04, K_W07
EW3	Konstrukcja i zasada działania nieliniowych instrumentów pochodnych, m. in. opcji egzotycznych.	K_W07, K_W09
EW3	Konstrukcja i zasada działania nieliniowych instrumentów pochodnych, m. in. opcji egzotycznych.	K_W09
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	Stosowanie dedykowanych procedur m. in. środowiska RStudio do modelowania finansowych szeregów czasowych. Wycena opcji Blacka-Scholesa i diagnostyka niedoskonałości modelu; wycena wybranych typów opcji egzotycznych.	K_U18
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Wysokie predyspozycje do pracy w otoczeniu biznesowym przy realizacji komercyjnych projektów związanych z modelowaniem stochastycznym i zarządzaniem ryzykiem na rynkach finansowych z wykorzystaniem egzotycznych instrumentów pochodnych.	K_K01, K_K03, K_K04
EK2	Wysokie predyspozycje do pracy w otoczeniu biznesowym przy realizacji komercyjnych projektów związanych z modelowaniem stochastycznym i zarządzaniem ryzykiem na rynkach finansowych z wykorzystaniem egzotycznych instrumentów pochodnych.	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
---------	-------------	------------------------	-------------	---------------	-----------------	------------------------------	--------------	---------------	------------------------

4	4	Z	30	0	0	0	30	0	0
---	---	---	----	---	---	---	----	---	---

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Oprocentowanie i dyskontowanie przy zmiennej stopie procentowej. Krzywe rentowności na poszczególnych rynkach walutowych i zjawisko nasilonej presji inflacyjnej. Terminowe kursy walutowe.	4
2	W	Specyfika notowań kontraktów forward/futures opartych o: indeksy giełdowe, rynki towarowe i niszowe instrumenty bazowe (indeks VIX, jednostki uprawnień do emisji CO ₂). Struktura terminowa: contango, backwardation, rolowania serii. Rynek pozagiełdowy: kontrakty różnic kursowych, punkty swapowe.	6
3	W	Zmienność historyczna i implikowana. Empiryczne studium niedoskonałości modelu Blacka-Scholesa. Wzmianka o wybranych modelach stochastycznej zmienności (Hestona).	4
4	W	Zmienność historyczna i implikowana. Empiryczne studium niedoskonałości modelu Blacka-Scholesa. Wycena opcji w oparciu o model stochastycznej zmienności Hestona.	5
5	W	Asymetryczne uogólnienia modelu GARCH: T-GARCH, EGARCH, APGARCH i inne. Anatomia baniek spekulacyjnych i krachów. Dynamicznie ewoluujące korelacje międzyrynkowe.	3
6	W	Wybrane typy opcji egzotycznych (binarne, barierowe, azjatyckie) i ich zastosowania.	4
7	W	Modelowanie zjawiska "długiej pamięci" w szeregach czasowych: wykładnik Hursta, ułamkowy ruch Browna, model FARIMA. Wzmianka o pasywnych funduszach ETF oraz kontraktach CDS. Pisemne zaliczenie końcowe z wykładu.	4
8	P	Wycena instrumentów pochodnych typu liniowego (forward, futures) i ich zastosowanie w spekulacji oraz zarządzaniu ryzykiem. Konstrukcja strategii arbitrażowych.	4
9	P	Studium działania kontraktów różnic kursowych na rynkach pozagiełdowych. Kalkulacja punktów swapowych. Dynamiczne szacowanie korelacji w kontekście dywersyfikacji ryzyka inwestycyjnego.	4
10	P	Zastosowanie opcji europejskich w inżynierii finansowej w oparciu o model Blacka-Scholesa i wskaźniki greckie. Numeryczne studium niedoskonałości modelu Blacka-Scholesa (uśmiech zmienności, ciężkie ogony). Oszacowanie wybranych modeli asymetrycznych xGARCH.	10

11	P	Komputerowe studium zastosowania opcji egzotycznych dla różnych scenariuszy wydarzeń rynkowych. Oszacowanie wybranych miar ryzyka. Modelowanie zjawiska "długiej pamięci".	12
----	---	--	----

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Godziny wynikające z planu studiów (30w + 30p)	60
2	Konsultacje przedmiotowe	15
3	Bieżące przygotowywanie się do zajęć, studiowanie zalecanej literatury	15
4	Opracowanie wyników, przygotowanie projektów grupowych, stworzenie raportów podlegających ocenie.	30

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia laboratoryjne, projekt, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

kolokwium, projekt, sprawozdanie z pracy zespołowej, zaliczenie pisemne

Kryteria oceny:

1. Na ocenę dst (3.0) wymagane uzyskanie minimum 50% ale poniżej 60% sumarycznej puli punktów pod warunkiem zdania zaliczenia pisemnego oraz odnotowania minimum 80-procentowej frekwencji na zajęciach projektowo-laboratoryjnych
2. Na ocenę dst+ (3.5) wymagane uzyskanie minimum 60% ale poniżej 70% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do zaliczenia pisemnego i frekwencji
3. Na ocenę db (4.0) wymagane uzyskanie minimum 70% ale poniżej 80% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do zaliczenia pisemnego i frekwencji.
4. Na ocenę db+ (4.5) uczestnik kursu zdobył minimum 80% ale poniżej 90% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do zaliczenia pisemnego i frekwencji; wysoko ocenione prace projektowe.
5. Na ocenę bdb (5.0) uczestnik kursu zdobył minimum 90% sumarycznej puli punktów pod w/w warunkami co do zaliczenia pisemnego i frekwencji. Prezentuje wzorowe opanowanie treści merytorycznych, zwłaszcza w wymiarze praktycznym, dysponując wysokimi kompetencjami społecznymi do pracy zespołowej przy zaawansowanych projektach komercyjno-badawczych z otoczenia rynków finansowych przy poszanowaniu norm etyki biznesowej.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Hull J. C. - "Options, Futures and Other Derivatives", Prentice Hall Boston 2012
2. Wilmott P. - "Paul Wilmott Introduces Quantitative Finance", Wiley New York 2007

zalecana/fakultatywna:

1. Palma W. - "Time Series Analysis", Wiley New Jersey 2016

Obliczenia naukowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Scientific accounts <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Matematyka obliczeniowa (I st)
2. Elementy Wstępu do równań różniczkowych (I st.)
3. Znajomość języka angielskiego w stopniu umożliwiającym studiowanie literatury i uczestnictwo w zajęciach

Cele przedmiotu:

1. Poznanie zaawansowanych technik obliczeniowych, wspomagających pracę matematyka i rozumienie ich ograniczeń oraz poznanie zasad konstruowania i analizy przy pomocy poznanych technik modeli matematycznych, na przykładach wykorzystywanych w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student zna metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (w szczególności równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane.	K_W08, K_W10
EW2	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student potrafi konstruować i analizować różniczkowe modele matematycznych (rozwiązań przybliżonych), na przykładach wykorzystywanych w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki.	K_U06, K_U16, K_U20
EU1	Student potrafi konstruować i analizować różniczkowe modele matematycznych (rozwiązań przybliżonych), na przykładach wykorzystywanych w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki.	K_U20
EU2	Student potrafi posługiwać się matematycznym oprogramowaniem naukowym.	K_U19
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	6	Z	30	0	0	30	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	LK	Zapoznanie z wybranym systemem obliczeniowym, podstawy programowania	6
2	LK	Praktyczne rozwiązywanie podstawowych zadań obliczeniowych w ramach wybranego systemu; wykorzystanie standardowych bibliotek numerycznych	8
3	LK	Praktyka wizualizacji danych	2
4	LK	Implementacja omawianych na wykładzie modeli; prezentacja własnych projektów	14
5	W	Wprowadzenie do przedmiotu. Przykłady systemów obliczeniowych symbolicznych i numerycznych (MATLAB/Octave, SciLab, Mathematica, Maple, Maxima, SageMath). Wprowadzenie do wybranego środowiska obliczeniowego i jego systemu pomocy. Podstawowe funkcje wbudowane w wybrany system obliczeniowy. Programowanie w wybranym systemie obliczeniowym.	6
6	W	Podstawy matematyczne metod numerycznych dla równań różniczkowych zwyczajnych.	6
7	W	Biblioteki numeryczne dla podstawowych zadań obliczeniowych (algebra liniowa gęsta i rzadka, równania nieliniowe i optymalizacja, kwadratury, równania różniczkowe zwyczajne, równania różniczkowe cząstkowe, itp.)	2
8	W	Narzędzia i sposoby wizualizacji danych naukowych.	2
9	W	Wybrane zaawansowane metody analizy klasycznych równań różniczkowych użyteczne w typowych zagadnieniach praktycznych (m.in. zagadnienia stabilności, bifurkacji, itp.).	4
10	W	Analiza wybranych modeli matematycznych wykorzystywanych w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki.	10

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	30
2	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	60
3	Opracowanie wyników	12
4	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	16
5	zaliczenie w sesji	2

Metody dydaktyczne:

konsultacje, projekt, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, projekt, test, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2.0 mniej niż 50% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.0 50% - 60% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.5 61% - 70% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.0 71% - 80% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.5 81% - 90% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 5.0 91% - 100% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem
2. Na ocenę 2.0 mniej niż 50% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.0 50% - 60% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.5 61% - 70% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.0 71% - 80% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.5 81% - 90% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 5.0 91% - 100% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem
3. Na ocenę 2.0 mniej niż 50% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.0 50% - 60% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 3.5 61% - 70% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.0 71% - 80% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 4.5 81% - 90% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem Na ocenę 5.0 91% - 100% punktów uzyskanych z kolokwium związanym z tym efektem
4. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0 Na ocenę 3.0 Współautorstwo w projekcie zespołowym realizującym postawione ogólne warunki (poprawność matematyczna - 20p, biegłość w metodach komputerowych - 20p, umiejętność prezentacji wyników - 10p) ocenionym na poziomie 50% - 60% Na ocenę 3.5 Współautorstwo w projekcie zespołowym realizującym postawione ogólne warunki (poprawność matematyczna - 20p, biegłość w metodach komputerowych - 20p, umiejętność prezentacji wyników - 10p) ocenionym na poziomie 61% - 70% Na ocenę 4.0 Współautorstwo w projekcie zespołowym realizującym postawione ogólne warunki (poprawność matematyczna - 20p, biegłość w metodach komputerowych - 20p, umiejętność prezentacji wyników - 10p) ocenionym na poziomie 71% - 80% Na ocenę 4.5 Współautorstwo w projekcie zespołowym realizującym postawione ogólne warunki (poprawność matematyczna - 20p, biegłość w metodach komputerowych - 20p, umiejętność prezentacji wyników - 10p) ocenionym na poziomie 81% - 90% Na ocenę 5.0 Współautorstwo w projekcie zespołowym realizującym postawione ogólne warunki (poprawność matematyczna - 20p, biegłość w metodach komputerowych - 20p, umiejętność prezentacji wyników - 10p) ocenionym na poziomie 91% - 100%

Literatura:

obowiązkowa:

1. Piotr Krzyżanowski Obliczenia inżynierskie i naukowe Szybkie, skuteczne, efektowne, Warszawa, 2011, Wydawnictwo Naukowe PWN

2. P. Deuflhard i A. Hohmann Numerical analysis in modern scientific computing, New York, 2003, Springer-Verlag
3. M. Braun Differential Equations and Their Applications, An Introduction to Applied Mathematics, New York, 1983, Springer-Verlag

zalecana/fakultatywna:

1. A. Palczewski Równania różniczkowe zwyczajne, teoria i metody numeryczne z wykorzystaniem komputerowego sytemu obliczeń symbolicznych, Warszawa, 2004, WNT
2. Robert Johansson Introduction to Scientific Computing in Python, http://github.com/jrjohansson/scientificpython_lectures, 2016

Podstawy kryptografii i wybrane zagadnienia matematyki dyskretnej <i>nazwa przedmiotu</i>
Bases of cryptography and chosen questions of discrete mathematics <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość podstaw arytmetyki, grup skończonych, grup cyklicznych i logiki matematycznej

Cele przedmiotu:

1. Celem przedmiotu jest przedstawienie wybranych zagadnień kryptografii oraz teorii grafów i niektórych ich zastosowań.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Znajomość podstawowych pojęć i algorytmów kryptografii symetrycznej i strumieniowej.	K_W02
EW2	a Znajomość podstawowych pojęć, twierdzeń i algorytmów dotyczących drzew i lasów, znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń teorii ekstremalnej teorii grafów oraz znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń i dotyczących teorii Ramsaya i problemu triangulacji.	K_W03, K_W04
EW2	a Znajomość podstawowych pojęć, twierdzeń i algorytmów dotyczących drzew i lasów, znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń teorii ekstremalnej teorii grafów oraz znajomość podstawowych pojęć i twierdzeń i dotyczących teorii Ramsaya i problemu triangulacji.	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Umiejętność zastosowania algorytmów do wyznaczania w grafach dróg (w szczególności zastosowanie algorytmów trasowania) i podgrafów spinających. Umiejętność wykorzystania techniki domknięcia w dowodach.	K_U13
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student posiada umiejętność jasnego formułowania pytań, czynnego udziału w dyskusji i pracy grupie nad niezbyt trudnymi zadaniami praktycznymi oraz umie dobrze przygotować i atrakcyjnie wygłosić referat	K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06, K_K07
EK1	Student posiada umiejętność jasnego formułowania pytań, czynnego udziału w dyskusji i pracy grupie nad niezbyt trudnymi zadaniami praktycznymi oraz umie dobrze przygotować i atrakcyjnie wygłosić referat	K_K03

EK1	Student posiada umiejętność jasnego formułowania pytań, czynnego udziału w dyskusji i pracy grupie nad niezbyt trudnymi zadaniami praktycznymi oraz umie dobrze przygotować i atrakcyjnie wygłosić referat	K_K05
EK1	Student posiada umiejętność jasnego formułowania pytań, czynnego udziału w dyskusji i pracy grupie nad niezbyt trudnymi zadaniami praktycznymi oraz umie dobrze przygotować i atrakcyjnie wygłosić referat	K_K07

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	4	Z	30	0	0	0	30	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Kryptografia: podstawowe pojęcia i problemy kryptografii symetrycznej i asymetrycznej oraz algorytmy strumieniowe i blokowe.	4
2	W	Analiza bezpieczeństwa klasycznych algorytmów symetrycznych na przykładzie algorytmu RSA oraz IDEA.	2
3	W	Protokoły uzgadniania kluczy (algorytm Diffiego-Hellmana) Mechanizm podpisu cyfrowego na przykładzie algorytmu DSA.	3
4	W	Funkcje skrótu, funkcje jednokierunkowe.	1
5	W	Dowody o wiedzy zerowej i dzielenie sekretu.	2
6	W	Drzewa i lasy (drzewa jako przestrzenie metryczne, drzewa z korzeniem, drzewa binarne i dendryty)	3
7	W	Teoria Ramseya (klasyczne i nieklasyczne liczby Ramseya oraz wybrane przykłady ich zastosowań)	3
8	W	Triangulacje wielokąta i problem ochrony galerii sztuki oraz triangulacje Delaunaya	3
9	W	Problemy ekstremalne w teorii grafów (Problemy ekstremalne dla ścieżek i cykli,)	3
10	W	Technika domknięcia grafów	2
11	W	Grafy skierowane i turnieje	4

12	P	Przypomnienie podstawowych własności grafów i rozwiązywanie zadań dotyczących podstawowych problemów teorii grafów.	2
13	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących algorytmów szyfrowania.	4
14	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących protokołów uzgadniania kluczy i algorytmów podpisu cyfrowego.	3
15	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących problemu dzielenia sekretu.	2
16	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących drzew i lasów (zastosowanie wybranych algorytmów dla drzew).	2
17	P	Liczby Ramseya.	2
18	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących triangulacji.	4
19	P	Problemy ekstremalne w teorii grafów.	3
20	P	Wybrane metody dowodzenia twierdzeń w teorii grafów.	6
21	P	Rozwiązywanie problemów dotyczących grafów skierowanych i turniejów.	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe	10
2	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50

Metody dydaktyczne:

konsultacje, projekt, wykład, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, kolokwium, projekt

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0 Student zna elementarne pojęcia kryptografii i algorytmy szyfrujące w stopniu bardzo dobrym, tzn. uzyskał od 90 % do 100 % punktów z projektu/referatu.
2. Na ocenę 5.0: Student umie zastosować elementarne pojęcia kryptografii i algorytmy szyfrujące w stopniu bardzo dobrym, tzn. uzyskał od 90 % do 100 % punktów z projektu/referatu
3. Na ocenę 5.0 Student zna podstawowe pojęcia, twierdzenia i algorytmy dotyczące drzew i lasów oraz podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii ekstremalnej teorii grafów, teorii Ramsaya i problemu triangulacji w stopniu bardzo dobrym, tzn. uzyskał od 90 % do 100 % punktów z projektu/referatu
4. Na ocenę 5.0 Student umie zastosować podstawowe pojęcia, twierdzenia i algorytmy dotyczące drzew i lasów oraz podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii ekstremalnej teorii grafów, teorii Ramsaya i problemu triangulacji w stopniu bardzo dobrym, tzn. uzyskał od 90 % do 100 % punktów z projektu/referatu

5. Na ocenę 5.0 Student potrafi formułować poprawne krótkie precyzyjne i jasne pytania ustne dotyczące rozważanych problemów. potrafi formułować poprawne krótkie precyzyjne i jasne wypowiedzi ustne zawierające rozumowania i rozwiązania przykładowych problemów. uczestniczy w dyskusjach nad omawianymi problemami potrafi formułować ścisłe i zrozumiałe dla innych dłuższe wypowiedzi ustne dotyczące rozważanych problemów i potrafi przekazywać swoje pomysły. z jest bardzo aktywny podczas zajęć, potrafi przedstawić dłuższe rozumowanie i ma nieszablonowe pomysły dotyczące omawianych problemów.

Literatura:

obowiązkowa:

1. M. de Berg, M. van Kreveld, M. Overmars, O. Schwarzkopf ? Geometria obliczeniowa : algorytmy i zastosowania, Warszawa, 2007, WNT
2. V. Bryant ? Aspekty kombinatoryki, Warszawa, 2007, WNT
3. S. Dasgupta, Ch. Papadimitriou, U. Vazirani ? Algorytmy, Warszawa, 2010, PWN
4. R. Graham, D. Knuth, O. Patashnik ? Matematyka konkretna, Warszawa, 2011, PWN
5. R. P. Grimaldi ? Discrete and combinational mathematics : an applied introduction, Boston, 1999, Addison Wesley
6. A. Menezes, P. C. van Oorschot, S. A. Vanstone ? Kryptografia stosowana, Warszawa, 2005, WNT
7. K.A Ross, Ch.R.B. Wright ? Matematyka dyskretna, Warszawa, 2011, PWN
8. E.R. Scheinerman ? Mathematics - Discrete Introduction, Florence, 2000, Brooks/Cole

zalecana/fakultatywna:

1. M. Aigner, G. M. Ziegler ? Dowody z książki, Warszawa, 2004, PWN
2. W. Lipski, W. Marek ? Wprowadzenie do kombinatoryki, Warszawa, 1983, Pol. Akad. Nauk. Inst. Podstaw Informatyki
3. Pod redakcją M. Kubale ? Optymalizacja dyskretna : modele i metody kolorowania grafów, Warszawa, 2002, WNT
4. R. L. Graham, M. Grötschel, L. Lovsz ? Handbook of combinatorics vol. 1, 2, Amsterdam, 1995, Elsevier
5. B. Schneier ? Kryptografia dla praktyków : protokoły, algorytmy i programy źródłowe w języku C, Warszawa, 2002, WNT

Programowanie i wizualizacja danych <i>nazwa przedmiotu</i>
Programming and data visualization <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość podstaw programowania oraz statystyki i matematyki obliczeniowej.

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi i zaawansowanymi metodami wizualizacji danych.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		

EW2	Student zna podstawowe zasady wizualizacji danych oraz metody i funkcje dostępne w bibliotekach języka Python.	K_W08
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	Student umie posługiwać się językiem Python w zakresie wizualizacji danych.	K_U12
EU4	Student potrafi właściwie dobrać metodę wizualizacji danych.	K_U02, K_U12
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student jest gotów do pracy nad projektami realizowanymi samodzielnie lub w ze- społe.	K_K03

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	6	Z	0	0	0	60	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	LK	Przypomnienie podstaw języka Python: składnia, typy zmiennych, interakcja z klawaturą, instrukcja warunkowa, pętle, funkcje, podstawowe struktury danych, zapis i odczyt z pliku. Zapoznanie ze środowiskiem Anaconda. Implementacja prostych algorytmów, tworzenie własnych funkcji. Operacje na plikach tekstowych.	4
2	LK	Podstawowy obiekt biblioteki NumPy - macierz ndarray. Konstruktor i metody na obiekcie. Nawigacja i podstawowe działania na macierzach. Zastosowanie poznanych metod w zadaniach.	6
3	LK	Biblioteka PyPlot: wykres liniowy, słupkowy, kołowy, histogram, stem chart, wykres pudełkowy, skrzypcowy, punktowy, poziomicowy, rastrowy, analiza sygnałów, formatowanie wykresów. Nietypowe metody wizualizacji. Analiza przykładowych danych: dobór metody wizualizacji z biblioteki PyPlot, interpretacja wykresów.	22

4	LK	Biblioteka Pandas. Struktury Series i DataFrame - konstruktory, import/eksport z/do innych formatów. Metody na strukturach danych. Funkcje statystyczne. Metody wizualizacji danych dostępne w Pandas. Tworzenie i formatowanie struktur Series i DataFrame. Przygotowanie danych do interpretacji. Automatyczne uzupełnianie brakujących danych. Dobór metody wizualizacji i interpretacja wykresów.	20
5	LK	Szeregi czasowe. Typ DateTime. Analiza przykładowych szeregów czasowych. Dobór metody wizualizacji i interpretacja wykresów.	8

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Opracowanie wyników	35
2	Przygotowanie projektów	50
3	konsultacje	20
4	studiowanie literatury	15

Metody dydaktyczne:

konsultacje, praca z tekstem/materiałem audio i wideo, projekt, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, projekt, rozwiązanie zadania problemowego, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia kryteriów na ocenę 3.0. Na ocenę 3.0 Student oddaje projekty terminowo. Na ocenę 3.5 Student oddaje projekty terminowo, potrafi rozłożyć w czasie pracę nad projektem. Na ocenę 4.0 Student oddaje projekty terminowo, potrafi rozłożyć w czasie pracę nad projektem, terminowo wywiązuje się z zadań przydzielonych przez grupę. Na ocenę 4.5 Student oddaje projekty terminowo, potrafi rozłożyć w czasie pracę nad projektem, terminowo wywiązuje się z zadań przydzielonych przez grupę. Potrafi rozdzielać zadania pomiędzy członków grupy. Na ocenę 5.0 Student oddaje projekty terminowo, potrafi rozłożyć w czasie pracę nad projektem, terminowo wywiązuje się z zadań przydzielonych przez grupę. Potrafi rozdzielać zadania pomiędzy członków grupy i rozwiązywać ewentualne konflikty.
2. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia kryteriów na ocenę 3.0. Na ocenę 3.0 Student potrafi stworzyć podstawowe typy wykresów w języku Python i zdobył co najmniej 50% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 3.5 Student potrafi stworzyć podstawowe typy wykresów w języku Python i zdobył co najmniej 60% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.0 Student potrafi stworzyć podstawowe i bardziej zaawansowane typy wykresów w języku Python i zdobył co najmniej 70% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.5 Student potrafi stworzyć większość typów wykresów w języku Python i zdobył co

najmniej 80% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 5.0 Student potrafi stworzyć większość typów wykresów w języku Python i zdobył co najmniej 90% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów.

3. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia kryteriów na ocenę 3.0. Na ocenę 3.0 Student potrafi dobrać metodę wizualizacji spośród podstawowych typów wykresów i zdobył co najmniej 50% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 3.5 Student potrafi dobrać metodę wizualizacji spośród podstawowych typów wykresów i zdobył co najmniej 60% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.0 Student potrafi dobrać metodę wizualizacji spośród podstawowych i bardziej zaawansowanych typów wykresów i zdobył co najmniej 70% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.5 Student potrafi dobrać metodę wizualizacji spośród większości typów wykresów i zdobył co najmniej 80% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 5.0 Student potrafi dobrać metodę wizualizacji spośród większości typów wykresów i zdobył co najmniej 90% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów.
4. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia kryteriów na ocenę 3.0. Na ocenę 3.0 Student zna podstawowe metody wizualizacji danych dostępne w bibliotekach języka Python i zdobył co najmniej 50% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 3.5 Student zna podstawowe metody wizualizacji danych dostępne w bibliotekach języka Python i zdobył co najmniej 60% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.0 Student zna podstawowe i bardziej zaawansowane metody wizualizacji danych dostępne w bibliotekach języka Python i zdobył co najmniej 70% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 4.5 Student zna większość metod wizualizacji danych dostępnych w bibliotekach języka Python i zdobył co najmniej 80% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów. Na ocenę 5.0 Student zna większość metod wizualizacji danych dostępnych w bibliotekach języka Python i zdobył co najmniej 90% punktów możliwych do zdobycia z zadań i projektów.

Literatura:

obowiązkowa:

1. McKinney, Wes; Matuk, Konrad - Python w analizie danych : przetwarzanie danych za pomocą pakietów Pandas i NumPy oraz środowiska IPython, Gliwice, 2018, Helion
2. Grus, Joel; Matuk, Konrad - Data science od podstaw : analiza danych w Pythonie, Gliwice, 2018, Helion

zalecana/fakultatywna:

1. <https://matplotlib.org/> - dokumentacja biblioteki matplotlib
2. <https://pandas.pydata.org/> - dokumentacja biblioteki Pandas

Projektowanie i analiza eksperymentów <i>nazwa przedmiotu</i>
Design and Analysis of the Experiments <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Student zna statystykę w wymiarze podstawowym oraz rachunek prawdopodobieństwa.
2. Student zna modele regresji.
3. Student ma podstawowe umiejętności w praktycznej analizie danych z wykorzystaniem pakietu R lub innego narzędzia komputerowego.

Cele przedmiotu:

1. Przedstawienie modelu jedno i dwukierunkowej analizy wariancji
2. Omówienie confirmacyjnych i eksploracyjnych metod analizy danych
3. Przedstawienie elementów projektowania i analizy eksperymentów badawczych

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	dobrze co najmniej jeden pakiet oprogramowania, służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych	K_W12
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	omówić podstawowe rozkłady probabilistyczne i ich własności; potrafi je stosować w zagadnieniach praktycznych; dobrać narzędzia w zakresie podstawowej statystyki oraz podstawowej statystycznej obróbki danych	K_U11, K_U12
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	K_K03

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	5	Z	30	0	0	15	15	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	P	Realizacja projektów związanych z tematyką zajęć	15
2	LK	Model jednokierunkowej i dwukierunkowej analizy wariancji w pakiecie R. Analiza homoskedastyczności i normalności.	5
3	LK	Konfirmacyjna and eksploracyjna analiza danych w pakiecie R	10

4	W	Model parametryczny jednokierunkowej analizy wariancji. Analiza normalności i homoskedastyczności. Wersja nieparametryczna modelu jednokierunkowej analizy wariancji.	6
5	W	Model dwukierunkowej analizy wariancji z interakcjami i bez interakcji.	2
6	W	Powtórzenie zagadnień: Graficzna prezentacja rozkładów zmiennych. Statystyki próbkowe i ich własności, gęstość rozkładu obserwowanej cechy, gęstości normalne i ich własności, zastosowanie statystycznego, praktyczne aspekty obliczeniowe estymacji parametrów, podstawowe przedziały ufności i parametryczne testy istotności.	4
7	W	Powtórzenie modeli regresji	2
8	W	Konfirmacyjna i eksploracyjna analiza danych	4
9	W	Elementy eksperymentów badawczych	12

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
2	Opracowanie wyników	25
3	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
4	Egzaminy i zaliczenia w sesji (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	5
5	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	10

Metody dydaktyczne:

konsultacje, praca w grupach, projekt, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

prezentacja, projekt, sprawozdanie z pracy indywidualnej, sprawozdanie z pracy zespołowej, test, praca własna-zadanie, quiz, test, rysunek, sprawozdanie

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5, student uzyska co najmniej 90% średniej ważonej z zadań laboratoryjnych. ?Na ocenę 4.5, student uzyska co najmniej 80% średniej ważonej z zadań laboratoryjnych. ?Na ocenę 4, student uzyska co najmniej 70% średniej ważonej z zadań laboratoryjnych. ?Na ocenę 3.5, student uzyska co najmniej 60% średniej ważonej z zadań laboratoryjnych. ?Na ocenę 3, student uzyska co najmniej 50% średniej ważonej z zadań laboratoryjnych. ?Na ocenę 2, student nie wykazał umiejętności, o których mowa w kryterium na ocenę 3.
2. Na ocenę 5, student uzyska co najmniej 90% średniej oceny z kartkówek. Na ocenę 4.5, student uzyska co najmniej 80% średniej oceny z kartkówek. Na ocenę 4, student uzyska co najmniej 70% średniej oceny z kartkówek. Na ocenę 3.5, student uzyska co najmniej 60% średniej oceny z

egzaminu. Na ocenę 3, student uzyska co najmniej 50% średniej oceny z kartkówek. Na ocenę 2, student nie wykazał umiejętności, o których mowa w kryterium na ocenę 3.

3. Na ocenę 5, student uzyska co najmniej 90% z projektu Na ocenę 4.5, student uzyska co najmniej 80% z projektu. Na ocenę 4, student uzyska co najmniej 70% z projektu. Na ocenę 3.5, student uzyska co najmniej 60% z projektu Na ocenę 3, student uzyska co najmniej 50% z projektu Na ocenę 2, student nie wykazał umiejętności, o których mowa w kryterium na ocenę 3.

Literatura:

obowiązkowa:

zalecana/fakultatywna:

1. Wichern, Johnson, Multivariate Data Analysis, New York, 1996, Wiley

Przygotowanie pracy dyplomowej <i>nazwa przedmiotu</i>
Preparation of Diploma Project <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. zaliczenie pierwszego roku studiów

Cele przedmiotu:

1. Celem projektu jest przygotowanie do twórczej pracy w celu redakcji, edycji i obrony pracy magisterskiej
2. Przygotowanie studentów do samodzielnej pracy z tekstem matematycznym i jego prezentacji

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	konstruować rozumowania matematyczne związane z dowodzeniem twierdzeń, jak i obalaniem hipotez poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	K_U01
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	12	Z	0	0	0	0	10	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	P	Pisanie przez studenta rozprawy magisterskiej	10

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
-----	--------------------	---------------

1	Student na podstawie wskazówek promotora przygotowuje rozprawę, samodzielnie opracowuje temat i otrzymane wyniki	350
---	--	-----

Metody dydaktyczne:

analiza przypadku

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

dyskusja

Kryteria oceny:

1. na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej
2. na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej
3. na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej

Literatura:

obowiązkowa:

zalecana/fakultatywna:

Przygotowanie pracy dyplomowej <i>nazwa przedmiotu</i>
Preparation of Diploma Project <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczony pierwszy rok studiów.

Cele przedmiotu:

1. Celem projektu jest przygotowanie do twórczej pracy w celu redakcji, edycji i obrony pracy
2. Przygotowanie studentów do samodzielnej pracy z tekstem matematycznym i jego prezentacji

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	konstruować rozumowania matematyczne związane z dowodzeniem twierdzeń, jak i obalaniem hipotez poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	K_U01
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	K_K02

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	12	Z	0	0	0	0	10	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	P	Przygotowywanie pracy magisterskiej	10

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
-----	--------------------	---------------

1	Praca nad tematem pracy, opracowywanie uzyskanych wyników i przygotowanie treści pracy magisterskiej.	350
---	---	-----

Metody dydaktyczne:

analiza przypadku

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

dyskusja

Kryteria oceny:

1. Na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej
2. Na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej
3. Na podstawie przygotowanej pracy magisterskiej

Literatura:

obowiązkowa:

zalecana/fakultatywna:

Rachunek wariacyjny i teoria sterowania <i>nazwa przedmiotu</i>
Variational Calculus and Optimal Control Theory <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość podstaw analizy matematycznej umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.

Cele przedmiotu:

1. Opanowanie metod rachunku wariacyjnego.
2. Opanowanie podstawowych zagadnień sterowania optymalnego.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student zna podstawy teorii rachunku wariacyjnego. Student zna podstawy teorii sterowania optymalnego.	K_W04, K_W07
EW1	Student zna podstawy teorii rachunku wariacyjnego. Student zna podstawy teorii sterowania optymalnego.	K_W07
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student umie wyznaczać ekstremale funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Student potrafi wyznaczać ekstremale w przypadku bardziej złożonych zagadnień wariacyjnych. Student potrafi wyznaczać ekstrema funkcjonałów całkowych przy pomocy metod rachunku wariacyjnego. Student potrafi rozwiązywać podstawowe zagadnienia sterowania optymalnego.	K_U06
EU2	Student umie rozwiązywać zadania przekrojowe wskazane w EU1	K_U05, K_U06
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student jest gotowy do samodzielnego poszerzania swojej wiedzy i doskonalenia umiejętności w dziedzinie matematyka.	K_K01, K_K02, K_K06
EK1	Student jest gotowy do samodzielnego poszerzania swojej wiedzy i doskonalenia umiejętności w dziedzinie matematyka.	K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	5	E	30	0	0	0	30	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Najprostsze zagadnienie wariacyjne. Pojęcie funkcjonału, ekstrema słabe i mocne. Lemat Lagrange'a, równanie Eulera jako warunek konieczny na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Twierdzenie Hilberta o regularności ekstremal.	6
2	W	Zaawansowane zagadnienia wariacyjne. Zagadnienia wariacyjne dla układów funkcji. Zagadnienia wariacyjne z pochodnymi wyższych rzędów. Zagadnienia wariacyjne dla funkcji wielu zmiennych. Zagadnienia wariacyjne z ruchomymi końcami. Zagadnienie Bolzy.	8
3	W	Zagadnienia wariacyjne z więzami. Zagadnienia izoperymetryczne, metoda mnożników Lagrange'a. Zagadnienia wariacyjne z ekstremami warunkowymi.	6
4	W	Warunek wystarczający na ekstremum. Lemat Legendre'a, drugi warunek konieczny na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Równanie Jacobiego, warunek Jacobiego jako warunek wystarczający na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym.	5
5	W	Zagadnienia sterowania optymalnego. Informacja o systemach dynamicznych. Zagadnienie sterowania optymalnego z ustalonym horyzontem czasowym, zasada maksimum Pontriagina. Zagadnienie sterowania optymalnego z nieustalonym momentem końcowym, warunek transversalności.	5
6	P	Najprostsze zagadnienie wariacyjne. Związki pomiędzy ekstremami słabymi i mocnymi funkcjonałów całkowych. Klasyczne zagadnienia rachunku wariacyjnego, zastosowanie równania Eulera do wyznaczania ekstremal w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Omówienie zadania projektowego oraz rozdzielenie zadań projektowych do samodzielnego opracowania.	6
7	P	Zaawansowane zagadnienia wariacyjne. Wyznaczanie ekstremal w zawansowanych zagadnieniach wariacyjnych. Zastosowanie warunków transversalności w zagadnieniach z ruchomymi końcami i w zagadnieniu Bolzy	8
8	P	Zagadnienia wariacyjne z więzami. Zastosowanie metody mnożników Lagrange'a do zagadnień izoperymetrycznych i do wyznaczania innych ekstremów warunkowych.	6
9	P	Warunek wystarczający na ekstremum. Badanie warunków równoważnych warunkowi Jacobiego. Zastosowanie warunku Jacobiego do wyznaczania ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym.	6
10	P	Zagadnienia sterowania optymalnego. Zastosowanie zasady maksimum Pontriagina w zadaniach sterowania optymalnego z ustalonym momentem końcowym.	4

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
-----	--------------------	---------------

1	Konsultacje przedmiotowe	20
2	Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
3	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
4	Opracowanie wyników	15
5	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20

Metody dydaktyczne:

konsultacje, projekt, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, test

Kryteria oceny:

1. Wiedza: Na ocenę 2.0 Student nie spełnia warunków na ocenę 3.0. Na ocenę 3.0 Student potrafi dobrać właściwy wzór przynajmniej do jednego rozważanego problemu - wiedza sprawdzana podczas egzaminu pisemnego. Na ocenę 3.5 Student potrafi dobrać właściwy wzór przynajmniej do dwóch z rozważanych zadań - wiedza sprawdzana podczas egzaminu pisemnego. Na ocenę 4.0 Student potrafi dobrać właściwy wzór przynajmniej do trzech z rozważanych zadań - wiedza sprawdzana podczas egzaminu pisemnego. Na ocenę 4.5 Student potrafi dobrać właściwy wzór przynajmniej do czterech z rozważanych zadań - wiedza sprawdzana podczas egzaminu pisemnego. Na ocenę 5.0 Student potrafi dobrać właściwy wzór do wszystkich z rozważanych zadań - wiedza sprawdzana podczas egzaminu pisemnego.
2. Na ocenę 2.0 Student otrzymał poniżej 50% punktów z kolokwium Na ocenę 3.0 Student otrzymał co najmniej 50% punktów z kolokwium Na ocenę 3.5 Student otrzymał co najmniej 60% punktów z kolokwium Na ocenę 4.0 Student otrzymał co najmniej 70% punktów z kolokwium Na ocenę 4.5 Student otrzymał co najmniej 80% punktów z kolokwium Na ocenę 5.0 Student otrzymał co najmniej 90% punktów z kolokwium
3. Na ocenę 2.0 Student otrzymał poniżej 50% sumy punktów z egzaminu pisemnego lub nie oddał projektu Na ocenę 3.0 Student otrzymał co najmniej 50% sumy punktów z egzaminu pisemnego i oddał projekt Na ocenę 3.5 Student otrzymał co najmniej 60% sumy punktów z egzaminu pisemnego i oddał projekt Na ocenę 4.0 Student otrzymał co najmniej 70% sumy punktów z egzaminu pisemnego i oddał projekt Na ocenę 4.5 Student otrzymał co najmniej 80% sumy punktów z egzaminu pisemnego i oddał projekt Na ocenę 5.0 Student otrzymał co najmniej 90% sumy punktów z egzaminu pisemnego i oddał projekt
4. Kompetencje społeczne Na ocenę 2.0 Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0 Na ocenę 3.0 Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie - rezygnuje ze współpracy grupowej i fachowych źródeł wiedzy kosztem jakości rozwiązania. Prace studenta cechuje dopuszczalna niedbałość. Na ocenę 3.5 Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie - rezygnuje ze współpracy grupowej i fachowych źródeł wiedzy kosztem jakości rozwiązania. Jego prace są wykonane w sposób staranny. Na ocenę 4.0 Student wykonuje powierzone zadania

indywidualnie, a także stara się nawiązać współpracę grupową i sięga po fachowe źródła wiedzy. Współpraca grupowa oraz fachowa literatura mają ograniczony wpływ na wypracowane rozwiązania. Prace studenta zawierają drobne błędy. Na ocenę 4.5 Student wykonuje powierzone zadania indywidualnie, a także stara się nawiązać współpracę grupową i sięga po fachowe źródła wiedzy. Student dostrzega zyski płynące ze współpracy grupowej, jednak jego zbyt małe zaangażowanie powoduje drobne błędy w realizacji zadań. Na ocenę 5.0 Student potrafi rozwiązywać problemy indywidualnie jak i grupowo; korzysta z fachowych źródeł wiedzy; dostrzega zyski płynące ze współpracy grupowej, konsultacji oraz literatury naukowej. Prace studenta cechuje wysoka dbałość o szczegóły.

Literatura:

obowiązkowa:

1. J. Muszyński Równania różniczkowe zwyczajne i elementy rachunku wariacyjnego, Warszawa, 2003, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
2. I.M. Gelfand, S.W. Fomin Rachunek wariacyjny, Warszawa, 1979, PWN
3. Radosław Grzymkowski, Jan Pochciał Elementy rachunku wariacyjnego, Gliwice, 2009, WPKJS

zalecana/fakultatywna:

1. W. Kołodziej Wybrane rozdziały analizy matematycznej, Warszawa, 1970, PWN
2. L. Komzsik Applied Calculus of Variations for Engineers, Boca Raton, 2009, CRC Press

Równania różniczkowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Differential equations <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczony przedmiot z równań różniczkowych zwyczajnych (wstęp do równań różniczkowych) oraz zaliczony przedmiot analiza matematyczna w zakresie rachunku różniczkowego funkcji jednej i wielu zmiennych, a także zaliczona algebra liniowa.

Cele przedmiotu:

1. Opanowanie teorii i metod rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego i rzędu drugiego oraz wyznaczanie rozwiązań zagadnień granicznych dla tych równań.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody w wybranej dziedzinie matematyki	K_W05
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU3	wybrać metody rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, potrafi stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych	K_U06
EU4	konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych	K_U20
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	7	E	45	30	0	15	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	W	Wiadomości wstępne na temat równań różniczkowych cząstkowych. Pojęcie równania i układu równań różniczkowych cząstkowych, zagadnienia graniczne, początkowe, brzegowe, mieszane, pojęcie zagadnienia poprawnie postawionego, rozwiązania klasyczne. Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych. Twierdzenie Cauchy'ego-Kowalewskiej.	5
2	W	Równania różniczkowe cząstkowe rzędu pierwszego i ich związek z równaniami różniczkowymi zwyczajnymi, całki pierwsze. Metoda charakterystyk dla równań liniowych oraz dla równań quasi-liniowych cząstkowych rzędu pierwszego.	5
3	W	Równania różniczkowe cząstkowe liniowe rzędu drugiego o dwóch zmiennych niezależnych, równanie charakterystyk, postać kanoniczna równania hiperbolicznego, postać kanoniczna równania parabolicznego, postać kanoniczna równania eliptycznego, równania o stałych współczynnikach.	10
4	W	Metoda rozdzielania zmiennych dla jednorodnego i niejednorodnego równania struny oraz dla równań parabolicznych i równania Laplace'a we współrzędnych biegunowych. Jednorodne i niejednorodne równanie fal kulistych. Metoda uśredniania. Równanie fal walcowych. Metoda redukcji.	10
5	W	Rozwiązania fundamentalne (podstawowe) dla równania Laplace'a i dla równania przewodnictwa cieplnego. Funkcje harmoniczne. Zasada maksimum dla równania Laplace'a i dla równania przewodnictwa cieplnego. Zasada Duhamela. Informacyjnie: problemy graniczne dla równania Laplace'a i dla równania przewodnictwa cieplnego. Metoda funkcji Greena dla równania Laplace'a i dla równania przewodnictwa cieplnego. Transformaty Laplace'a i transformaty Fouriera w zastosowaniu do rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych.	15
6	C	Zadania z równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego liniowych i quasi-liniowych.	6
7	C	Zadania o sprowadzaniu do postaci kanonicznej dla równań cząstkowych z dwiema zmiennymi niezależnymi.	6
8	C	Zadania o metodzie rozdziału zmiennych Fouriera dla równania struny. Zadania o metodzie rozdziału zmiennych Fouriera dla równania ciepła.	8
9	C	Zadania dotyczące problemów granicznych dla równania Laplace'a i dla równania przewodnictwa cieplnego oraz zadania z zastosowaniem transformaty Laplace'a i transformaty Fouriera w rozwiązywaniu równań różniczkowych cząstkowych.	6
10	C	Zadania o metodzie funkcji Greena dla równania Laplace'a. Zadania o metodzie funkcji Greena dla równania przewodnictwa ciepła.	4
11	LK	Wprowadzenie do wybranego pakietu algebry komputerowej (np. wprowadzenie do programu Mathematica) w kontekście równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego. Rozwiązania dokładne (symboliczne) równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego oraz problemów granicznych dla tych równań.	4

12	LK	Wprowadzenie do wybranego pakietu algebry komputerowej (np. wprowadzenie do programu Mathematica) w kontekście równań różniczkowych cząstkowych rzędu drugiego. Rozwiązania dokładne (symboliczne) równania przewodnictwa cieplnego i równania struny oraz problemów granicznych dla tych równań.	8
13	LK	Wprowadzenie do wybranego pakietu algebry komputerowej (np. wprowadzenie do programu Mathematica) w kontekście metod numerycznych dla równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego i drugiego. Rozwiązania numeryczne dla równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego i rzędu drugiego przy zastosowaniu wybranego pakietu algebry komputerowej.	3

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Studenci/studentki opanowują teorię podaną na wykładzie, a następnie rozwiązują zadania podobne do zadań rozwiązywanych na ćwiczeniach i wreszcie realizują trzy projekty dotyczące metod komputerowych rozwiązywania zagadnień granicznych dla równań różniczkowych cząstkowych rzędu pierwszego i rozwiązywania zagadnień granicznych dla wybranych równań różniczkowych cząstkowych rzędu drugiego oraz rozwiązywania numerycznego wybranych równań różniczkowych cząstkowych.	120

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, egzamin ustny

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2,0 student\studentka uzyskuje mniej niż 50% punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.0 student\studentka uzyskuje 50-59 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.5 student\studentka uzyskuje 60-69 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.0 student\studentka uzyskuje 70-79 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.5 student\studentka uzyskuje 80-89 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 5.0 student\studentka uzyskuje 90-100 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu.
2. Na ocenę 2,0 student\studentka uzyskuje mniej niż 50% punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.0 student\studentka uzyskuje 50-59

% punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.5 student\studentka uzyskuje 60-69 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.0 student\studentka uzyskuje 70-79 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.5 student\studentka uzyskuje 80-89 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 5.0 student\studentka uzyskuje 90-100 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu.

3. Na ocenę 2,0 student\studentka uzyskuje mniej niż 50% punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.0 student\studentka uzyskuje 50-59 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.5 student\studentka uzyskuje 60-69 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.0 student\studentka uzyskuje 70-79 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.5 student\studentka uzyskuje 80-89 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 5.0 student\studentka uzyskuje 90-100 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu.
4. Na ocenę 2,0 student\studentka uzyskuje mniej niż 50% punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.0 student\studentka uzyskuje 50-59 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 3.5 student\studentka uzyskuje 60-69 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.0 student\studentka uzyskuje 70-79 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 4.5 student\studentka uzyskuje 80-89 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu. Na ocenę 5.0 student\studentka uzyskuje 90-100 % punktów z kolokwiów w ramach ćwiczeń i projektów w ramach laboratorium oraz egzaminu.

Literatura:

obowiązkowa:

1. L.C. Evans, Równania różniczkowe cząstkowe, PWN, Warszawa, 2002.
2. H. Marcinkowska, Wstęp do teorii równań różniczkowych cząstkowych, PWN, Warszawa, 1986.
3. M. Krzyżański, Równania różniczkowe cząstkowe rzędu drugiego t. I, PWN, Warszawa 1957.
(Wersja w języku angielskim: Partial Differential Equations of Second Order, t. 1, PWN, Warszawa 1971).
4. M. Krzyżański, Równania różniczkowe cząstkowe rzędu drugiego t. II, PWN, Warszawa 1962.
(Wersja w języku angielskim: Partial Differential Equations of Second Order, t. 2, PWN, Warszawa 1971).

zalecana/fakultatywna:

1. Julian Janus, Józef Myjak: Wprowadzenie do równań różniczkowych cząstkowych, Kraków, AGH, 2008.
2. A.N. Tichonow, A.S. Samarski, Równania Fizyki Matematycznej, PWN, Warszawa, 1963, 1977.
3. E. Kącki, Równania różniczkowe cząstkowe w zagadnieniach fizyki i techniki, WNT, Warszawa 1995.
4. J. Niedoba, W. Niedoba, Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe (Zadania z matematyki pod redakcją Bogdana Choczewskiego), Wydawnictwo AGH, Kraków, 1993. (Wydanie drugie i następne).

Seminarium dyplomowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Diploma seminar <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Matematyka w finansach i ekonomii

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczone dwa pierwsze semestry studiów matematycznych drugiego stopnia.

Cele przedmiotu:

1. Przygotowanie do twórczej pracy naukowej w kontekście tekstów matematycznych, w tym do redakcji, edycji i prezentacji swojej pracy magisterskiej.
2. Przygotowanie studentów do egzaminu dyplomowego i obrony swojej pracy magisterskiej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW3	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	w zagadnieniach matematycznych dostrzec struktury formalne związane z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	K_U04
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK3	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	3	Z	0	0	0	0	0	30	0
4	2	Z	0	0	0	0	0	30	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	S	Omówienie zaleceń dotyczących redagowania, edycji i oceny pracy magisterskiej oraz regulaminu egzaminu dyplomowego i procedury obrony pracy magisterskiej.	2
2	S	Omówienie wybranych zagadnień do egzaminu magisterskiego, w formie referatów przygotowywanych przez studentów. Przygotowanie prezentacji i referatów dotyczących zagadnień egzaminu dyplomowego.	28

3	S	Przygotowanie i prezentacja zagadnień matematyki współczesnej. Prezentacje dotyczące prac magisterskich. Przedstawienie literatury, motywacji, zastosowań najważniejszych pojęć, tez pracy lub wybranego fragmentu pracy magisterskiej.	30
---	---	---	----

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	30
2	Przygotowanie projektu, prezentacji, dyskusji.	30

Metody dydaktyczne:

seminarium

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, referat

Kryteria oceny:

1. W trakcie każdego semestru każdy student przygotowuje referat z wybranych zagadnień do egzaminu magisterskiego (indywidualnie lub w zespole) lub dotyczący problemów matematyki współczesnej.
2. W trakcie każdego semestru każdy student przygotowuje referat dotyczący swojej pracy magisterskiej lub wybranych zagadnień matematyki współczesnej.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Literatura w przypadku każdego studenta/studentki według zaleceń promotorów prac magisterskich.

zalecana/fakultatywna:

1. Literatura podana przez wykładowców przedmiotów kursowych zaliczanych w czasie studiów.

Seminarium dyplomowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Diploma seminar <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczone dwa pierwsze semestry studiów matematycznych drugiego stopnia.

Cele przedmiotu:

1. Przygotowanie do twórczej pracy naukowej w kontekście tekstów matematycznych, w tym do redakcji, edycji i prezentacji swojej pracy magisterskiej.
2. Przygotowanie studentów do egzaminu dyplomowego i obrony swojej pracy magisterskiej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW3	elementy pogłębionej wiedzy w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	K_W04
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	w zagadnieniach matematycznych dostrzec struktury formalne związane z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	K_U04
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK3	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	3	Z	0	0	0	0	0	30	0
4	2	Z	0	0	0	0	0	30	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	S	Omówienie zaleceń dotyczących redagowania, edycji i oceny pracy magisterskiej oraz regulaminu egzaminu dyplomowego i procedury obrony pracy magisterskiej.	2
2	S	Omówienie wybranych zagadnień do egzaminu magisterskiego, w formie referatów przygotowywanych przez studentów. Przygotowanie prezentacji i referatów dotyczących zagadnień egzaminu dyplomowego.	28

3	S	Przygotowanie i prezentacja zagadnień matematyki współczesnej. Prezentacje dotyczące prac magisterskich. Przedstawienie literatury, motywacji modelu matematycznego, zastosowań najważniejszych pojęć, tez pracy lub wybranego fragmentu pracy magisterskiej.	30
---	---	---	----

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	30
2	Przygotowanie projektu, modelu matematycznego, prezentacji, dyskusji.	30

Metody dydaktyczne:

seminarium

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, referat

Kryteria oceny:

1. W trakcie każdego semestru każdy student przygotowuje referat dotyczący swojej pracy magisterskiej lub wybranych zagadnień matematyki współczesnej.
2. W trakcie każdego semestru każdy student przygotowuje referat z wybranych zagadnień do egzaminu magisterskiego (indywidualnie lub w zespole) lub dotyczący problemów matematyki współczesnej.

Literatura:

obowiązkowa:

1. Literatura w przypadku każdego studenta/studentki według zaleceń promotorów prac magisterskich.

zalecana/fakultatywna:

1. Literatura zalecana i podana przez wykładowców przedmiotów kursowych zaliczanych w czasie studiów.

Teoria niezawodności <i>nazwa przedmiotu</i>
Reliability Theory <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty specjalnościowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: Modelowanie matematyczne

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Zaliczone przedmioty: "rachunek prawdopodobieństwa", "metody stochastyczne".

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie z wybranymi modelami i metodami teorii niezawodności.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		

EW1	modele i metody występujące w Teorii Niezawodności.	K_W09
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	wyznaczyć charakterystyki funkcyjne i charakterystyki liczbowe niezawodności, sformułować problem z teorii niezawodności, przeanalizować problem z teorii niezawodności.	K_U16
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	rozumienia i doceniania znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
2	6	E	30	0	0	0	30	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Rozkłady ucięte prawostronnie, lewostronnie, obustronnie i ich zastosowanie w technice. Mieszanina rozkładów i jej interpretacja w technice	4
2	W	Pojęcia niezawodności, niesprawności i trwałości obiektu.	1
3	W	Niezawodność obiektów nieodnawialnych: funkcja niezawodności, funkcja zawodności, intensywność uszkodzeń, funkcja wiodąca, przeciętny czas zdatności obiektu, resztowa funkcja niezawodności, resztowy przeciętny czas zdatności.	5
4	W	Empiryczne charakterystyki funkcyjne niezawodności: empiryczna funkcja niezawodności, empiryczna gęstość rozkładu, empiryczna intensywność uszkodzeń, średni czas zdatności.	2
5	W	Wykładnicze prawo niezawodności.	1

6	W	Rozkłady czasu zdatności i charakterystyki niezawodnościowe tych rozkładów: gamma, Weibulla, komplementarny Weibulla, Rayleigha, normalny, ucięty normalny, log-normalny, jednostajny, Gumbela, podwójnie wykładniczy, potęgowy.	4
7	W	Zwiększanie liczby modeli czasu zdatności obiektu: sklejana funkcja niezawodności, funkcja niezawodności mieszaniny rozkładów, stochastyczna funkcja niezawodności.	2
8	W	Warunkowe prawdopodobieństwo zdatności obiektu w przedziale czasowym, obiekty starzejące się	2
9	W	Prawdopodobieństwo wykonania zadania przez obiekt.	2
10	W	Odnowa pojedynczego obiektu technicznego, strumień odnowy, stochastyczny proces odnowy.	3
11	W	Funkcja odnowy, wariancja liczby odnów, czas do następnego uszkodzenia, alternatywny strumień odnowy, odnowy profilaktyczne.	4
12	P	Rozwiązywanie minizagadnień z teorii niezawodności. Prezentacja dwóch raportów (sprawozdań) z wybranych zagadnień z teorii niezawodności.	30

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie raportu	60
2	Przygotowanie do testu	30
3	Przygotowanie do minizagadnień	30

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia rachunkowe, projekt, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

referat, sprawozdanie z pracy indywidualnej, test

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2,0 brak spełnienia kryterium na ocenę 3,0. Na ocenę 3,0 uzyskanie w ocenie łącznej z Testu oceny 3,0. Na ocenę 3,5 uzyskanie w ocenie łącznej z Testu oceny 3,5. Na ocenę 4,0 uzyskanie w ocenie łącznej z Testu oceny 4,0. Na ocenę 4,5 uzyskanie w ocenie łącznej z Testu oceny 4,5. Na ocenę 5,0 uzyskanie w ocenie łącznej z Testu oceny 5,0.
2. Na ocenę 2,0 brak spełnienia kryterium na ocenę 3,0. Na ocenę 3,0 uzyskanie w ocenie łącznej z raportu i minizagadnień oceny 3,0. Na ocenę 3,5 uzyskanie w ocenie łącznej z raportu i minizagadnień oceny 3,5. Na ocenę 4,0 uzyskanie w ocenie łącznej z z raportu i minizagadnień oceny 4,0. Na ocenę 4,5 uzyskanie w ocenie łącznej z z raportu i minizagadnień oceny 4,5. Na ocenę 5,0 uzyskanie w ocenie łącznej z raportu i minizagadnień oceny 5,0.

Literatura:

obowiązkowa:

1. D. Bobrowski, Wprowadzenie matematyczne do teorii niezawodności, Poznań, 1977, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej
2. F. Grabski, J. Jaźwiński, Funkcje o losowych argumentach w zagadnieniach niezawodności, bezpieczeństwa i logistyki, Warszawa, 2009, WKŁ
3. I. Koźniewska, M. Włodarczyk, Modele odnowy, niezawodności i masowej obsługi, Warszawa, 1978, PWN
4. D. Bobrowski, Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach, Warszawa, 1985, WNT

zalecana/fakultatywna:

1. D. L. Grosh, A primer of reliability theory, New York, 1989, John Wiley & Sons
2. M. Rausand, A. Hoyland, System reliability theory, Hoboken, New Jersey, 2004, John Wiley & Sons

Topologia <i>nazwa przedmiotu</i>
Topology <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość podstaw analizy matematycznej i teorii mnogości; znajomość podstaw topologii w zakresie studiów stopnia pierwszego (topologii przestrzeni metrycznych).

Cele przedmiotu:

1. Zaznajomienie studentów z podstawowymi pojęciami topologii; nauczanie studentów posługiwania się pojęciami topologicznymi w analizie matematycznej, analizie funkcjonalnej i teorii miary.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student zna elementy pogłębionej wiedzy z zakresu topologii; Student zna i większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody z zakresu wstępu do topologii ogólnej; Student zna i rozumie powiązania topologii z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	K_W01, K_W04, K_W05, K_W07
EW1	Student zna elementy pogłębionej wiedzy z zakresu topologii; Student zna i większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody z zakresu wstępu do topologii ogólnej; Student zna i rozumie powiązania topologii z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	K_W04
EW1	Student zna elementy pogłębionej wiedzy z zakresu topologii; Student zna i większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody z zakresu wstępu do topologii ogólnej; Student zna i rozumie powiązania topologii z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	K_W07
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student umie wprowadzać topologię różnymi metodami, badać spełnianie aksjomatów oddzielania, umie badać ciągłość funkcji.	K_U02
EU1	Student umie wprowadzać topologię różnymi metodami, badać spełnianie aksjomatów oddzielania, umie badać ciągłość funkcji.	K_U08
EU2	Student umie badać zwartość i spójność przestrzeni topologicznych (w tym przestrzeni pro- duktowych z topologią Tichonowa)	K_U04
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student rozumie i docenia rolę topologii w matematyce. Student szanuje sądy innych i w dyskusji odnosi się do nich merytorycznie. Jest etyczny, w szczególności szanuje cudzą własność intelektualną. Student rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy i wagę samodzielnej pracy w procesie studiowania.	K_K01, K_K04, K_K06

EK1	Student rozumie i docenia rolę topologii w matematyce. Student szanuje sądy innych i w dyskusji odnosi się do nich merytorycznie. Jest etyczny, w szczególności szanuje cudzą własność intelektualną. Student rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy i wagę samodzielnej pracy w procesie studiowania.	K_K06
-----	--	-------

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
1	5	Z	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Przestrzeń topologiczna. Różne metody wprowadzania topologii. Własności operacji domknięcia i wnętrza, baza topologii. Odwzorowania ciągłe (warunki równoważne definicji, własności odwzorowań ciągłych). Wprowadzanie topologii przy użyciu rodziny odwzorowań. Topologia podprzestrzeni. Aksjomaty przeliczalności. Aksjomaty oddzielania. Lemat Urysohna. Lemat Tietzego-Urysohna.	15
2	W	Przestrzenie zwarte i lokalnie zwarte. Iloczyn kartezjański przestrzeni topologicznych, topologia Tichonowa. Własności iloczynów kartezjańskich przestrzeni z topologią Tichonowa.	10
3	W	Przestrzenie spójne	5
4	C	Ćwiczenie różnych metod wprowadzania topologii. Sprawdzanie spełniania aksjomatów oddzielania i przeliczalności. Badania ciągłości funkcji i własności odwzorowań ciągłych.	15
5	C	Badanie zwartości i lokalnej zwartości przestrzeni topologicznych. Badanie własności iloczynu kartezjańskiego przestrzeni topologicznych.	10
6	C	Badanie spójności przestrzeni topologicznych.	5

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	55
2	Konsultacje przedmiotowe	30
3	zaliczenia podczas sesji	5

Metody dydaktyczne:

konsultacje, wykład, ćwiczenia tablicowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, kolokwium, zaliczenie pisemne, zaliczenie ustne

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia warunków koniecznych dla uzyskania oceny 3.0 czyli nie otrzymał co najmniej połowy punktów z co najmniej jednego z kolokwiów połówkowych (w części dotyczącej wiedzy) lub jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na mniej niż połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Na ocenę 3.0 Student uzyskał co najmniej połowę punktów z każdego z kolokwiów (w części dotyczącej wiedzy) oraz jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na co najmniej połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 50 a 60% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części kolokwiów sprawdzającej wiedzę i rozmowy zaliczeniowej). Na ocenę 3.5 Student uzyskał co najmniej połowę punktów z każdego z kolokwiów (w części dotyczącej wiedzy) oraz jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na co najmniej połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 61 a 70% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części kolokwiów sprawdzającej wiedzę i rozmowy zaliczeniowej). Na ocenę 4.0 Student uzyskał co najmniej połowę punktów z każdego z kolokwiów (w części dotyczącej wiedzy) oraz jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na co najmniej połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 71 a 80% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części kolokwiów sprawdzającej wiedzę i rozmowy zaliczeniowej). Na ocenę 4.5 Student uzyskał co najmniej połowę punktów z każdego z kolokwiów (w części dotyczącej wiedzy) oraz jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na co najmniej połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 81 a 90% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części kolokwiów sprawdzającej wiedzę i rozmowy zaliczeniowej). Na ocenę 5.0 Student uzyskał co najmniej połowę punktów z każdego z kolokwiów (w części dotyczącej wiedzy) oraz jego odpowiedzi podczas rozmowy zaliczeniowej zostały ocenione na co najmniej połowę możliwej do zdobycia liczby punktów. Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 91 a 100% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części kolokwiów sprawdzającej wiedzę i rozmowy zaliczeniowej).
2. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia warunku koniecznego dla uzyskania oceny 3.0 czyli nie otrzymał co najmniej połowy punktów z pierwszego z kolokwiów połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Na ocenę 3.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z pierwszego z kolokwiów połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 51 a 60% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 3.5 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z pierwszego z kolokwiów połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych

przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 61 a 70% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 4.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z pierwszego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 71 a 80% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 4.5 Student umie stosować wszystkie poznane algorytmy, umie udowodnić poprawność większości z nich i poprawnie rozpoznaje praktyczne problemy, w których mają one zastosowanie. Na ocenę 5.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z pierwszego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 91 a 100% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności).

3. Na ocenę 2.0 Student nie spełnia warunku koniecznego dla uzyskania oceny 3.0 czyli nie otrzymał co najmniej połowy punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Na ocenę 3.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 51 a 60% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 3.5 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 61 a 70% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 4.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 71 a 80% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 4.5 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 81 a 90% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności). Na ocenę 5.0 Student otrzymał co najmniej połowę punktów z drugiego z kolokwii połówkowych (w części dotyczącej umiejętności). Liczba uzyskanych przez studenta punktów znajduje się pomiędzy 91 a 100% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia (z części sprawdzającej umiejętności).
4. Na ocenę 2.0 Student nie uczestniczy w zajęciach (wykładach lub ćwiczeniach) tzn. ma nieusprawiedliwione nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych lub student nie przygotowuje zadań domowych lub student nie wykonuje ćwiczeń z platformy e-learningowej. Na ocenę 3.0 Student uczestniczy w zajęciach tzn. nie ma nieusprawiedliwionych nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych. Student przygotowuje zadania domowe. Student wykonuje zadania z platformy e-learningowej. Liczba punktów zdobytych przez studenta za aktywność znajduje się pomiędzy 51 a 60% możliwej do zdobycia liczby punktów. Na ocenę 3.5 Student uczestniczy w zajęciach tzn. nie ma nieusprawiedliwionych nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych. Student przygotowuje zadania domowe. Student wykonuje zadania z platformy e-learningowej. Liczba punktów zdobytych przez studenta za aktywność znajduje się pomiędzy 61 a 70% możliwej do zdobycia liczby punktów. Na ocenę 4.0 Student uczestniczy w zajęciach tzn. nie ma nieusprawiedliwionych nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych. Student przygotowuje zadania domowe. Student wykonuje zadania z platformy e-learningowej. Liczba

punktów zdobytych przez studenta za aktywność znajduje się pomiędzy 71 a 80% możliwej do zdobycia liczby punktów. Na ocenę 4.5 Student uczestniczy w zajęciach tzn. nie ma nieusprawiedliwionych nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych. Student przygotowuje zadania domowe. Student wykonuje zadania z platformy e-learningowej. Liczba punktów zdobytych przez studenta za aktywność znajduje się pomiędzy 81 a 90% możliwej do zdobycia liczby punktów. Na ocenę 5.0 Student uczestniczy w zajęciach tzn. nie ma nieusprawiedliwionych nieobecności na więcej niż 2h. zajęć obowiązkowych. Student przygotowuje zadania domowe. Student wykonuje zadania z platformy e-learningowej. Liczba punktów zdobytych przez studenta za aktywność znajduje się pomiędzy 91 a 100% możliwej do zdobycia liczby punktów.

Literatura:

obowiązkowa:

1. R. Duda Wprowadzenie do topologii, Warszawa, 1986, PWN
2. R. Engelking Zarys topologii ogólnej, Warszawa, 1968, PWN
3. K. Kuratowski Wstęp do teorii mnogości i topologii, Warszawa, 1977, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. R. Engelking, K. Sieklucki Geometria i topologia, Warszawa, 1980, PWN
2. H. Patkowska Wstęp do topologii, Warszawa, 1979, PWN
3. K. Janich Topologia, Warszawa, 1991, PWN

Uczenie maszynowe <i>nazwa przedmiotu</i>
Machine Learning <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Podstawowa wiedza z zakresu programowania w języku Python.
2. Podstawowa wiedza z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.

Cele przedmiotu:

1. Wprowadzenie do problematyki tworzenia systemów posiadających zdolności uczenia się na przykładach i w rezultacie doskonalenia swojego działania.
2. Zapoznanie z inteligentnymi algorytmami i narzędziami statystycznych systemów uczących.
3. Nabycie umiejętności stosowania technik uczenia maszynowego w powszechnych problemach klasyfikacji statystycznej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student zna i rozumie pojęcia z zakresu metod i algorytmów uczenia maszynowego	K_W07
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student wykorzystuje zaawansowane narzędzia informatyczne pozwalające na budowę modeli uczenia maszynowego.	K_U20
EU2	Student interpretuje wyniki uzyskane w procesie użycia zbudowanych modeli uczenia maszynowego.	K_U02, K_U10, K_U20, K_U22
EU2	Student interpretuje wyniki uzyskane w procesie użycia zbudowanych modeli uczenia maszynowego.	K_U20
EU2	Student interpretuje wyniki uzyskane w procesie użycia zbudowanych modeli uczenia maszynowego.	K_U22
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student jest gotów do rozwiązywania problemów z zakresu uczenia maszynowego zarówno w ramach pracy indywidualnej jak i grupowej, a także poszukiwania niezbędnej w tym celu wiedzy	K_K03, K_K06, K_K07
EK1	Student jest gotów do rozwiązywania problemów z zakresu uczenia maszynowego zarówno w ramach pracy indywidualnej jak i grupowej, a także poszukiwania niezbędnej w tym celu wiedzy	K_K07

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
3	7	E	30	30	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Wprowadzenie do metod uczenia maszynowego. Pojęcia podstawowe. Typy uczenia.	2
2	W	Uczenie nadzorowane. Ryzyko. Ryzyko Bayesa. Ryzyko empiryczne. Metody ewaluacji algorytmów uczenia maszynowego	2
3	W	Regresja liniowa. Regresja grzbietowa. Regresja LASSO. Regresja logistyczna	2
4	W	Naiwny klasyfikator Bayesa. Liniowa analiza dyskryminacyjna. Kwadratowa analiza dyskryminacyjna. Krzywe ROC	2
5	W	Drzewa decyzyjne	2
6	W	Podstawy sieci neuronowych. Perceptron i sieci MLP	4
7	W	Maszyna wektorów nośnych (SVM)	2
8	W	Uczenie nienadzorowane. Metody grupowania danych (k-średnich, DBSCAN). Metody estymacji funkcji gęstości. Metody redukcji wymiarów.	4
9	W	Głębokie sieci neuronowe. Sieci konwolucyjne. Transfer learning. Sieci GAN. Autoenkodery. Neural Style Transfer.	8
10	W	Metody zespołowe	2
11	C	Wprowadzenie do bibliotek środowiska Python poświęconych uczeniu maszynowemu - numpy, scikit-learn	2
12	C	Metoda k-najbliższych sąsiadów	2
13	C	Metody liniowe - regresja	2
14	C	Naiwny klasyfikator bayesowski, LDA i QDA	2
15	C	Drzewa decyzyjne	2
16	C	Perceptron, sieci neuronowe MLP	2
17	C	Maszyny wektorów nośnych (SVM)	2
18	C	Grupowanie danych	2
19	C	Estymacja funkcji gęstości, redukcja wymiarowości	2
20	C	Wprowadzenie do pakiet Tensorflow - głębokie sieci neuronowe, sieci konwolucyjne	2
21	C	Gotowe modele konwolucyjnych sieci neuronowych i transfer learning	2
22	C	Sieci GAN, autoencodery, rekurencyjne sieci neuronowe	6
23	C	Zespołowe metody uczenia maszynowego	2

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	konsultacje (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	38

2	egzamin (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	2
3	wykonanie zadań laboratoryjnych	40
4	opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań	35
5	studiowanie literatury	35

Metody dydaktyczne:

ćwiczenia laboratoryjne, wykład, laboratorium komputerowe

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, egzamin pisemny, sprawozdanie z pracy indywidualnej, sprawozdanie z pracy zespołowej

Kryteria oceny:

1. Na ocenę 5.0 student opanował materiał z wykładów w stopniu co najmniej 90% Na ocenę 4.5 student opanował materiał z wykładów w stopniu co najmniej 80% Na ocenę 4.0 student opanował materiał z wykładów w stopniu co najmniej 70% Na ocenę 3.5 student opanował materiał z wykładów w stopniu co najmniej 60% Na ocenę 3.0 student opanował materiał z wykładów w stopniu co najmniej 50%
2. Na ocenę 5.0 student potrafi implementować i trenować wybrane modele uczenia maszynowego, uzyskując ze sprawozdań do zadań co najmniej 90% punktów Na ocenę 4.5 student potrafi implementować i trenować wybrane modele uczenia maszynowego, uzyskując ze sprawozdań do zadań co najmniej 80% punktów Na ocenę 4.0 student potrafi implementować i trenować wybrane modele uczenia maszynowego, uzyskując ze sprawozdań do zadań co najmniej 70% punktów Na ocenę 3.5 student potrafi implementować i trenować wybrane modele uczenia maszynowego, uzyskując ze sprawozdań do zadań co najmniej 60% punktów Na ocenę 3.0 student potrafi implementować i trenować wybrane modele uczenia maszynowego, uzyskując ze sprawozdań do zadań co najmniej 50% punktów

Literatura:

obowiązkowa:

1. Jacek Koronacki, Jan Ćwik, Statystyczne systemy uczące się. Wydanie drugie, Warszawa, 2008, EXIT
2. S. Raschka, Python. Uczenie maszynowe, Gliwice, 2018, Helion
3. A. Geron, Uczenie maszynowe z użyciem Scikit-Learn i TensorFlow, Gliwice, 2018, Helion
4. Leszek Rutkowski, Metody i Techniki Sztucznej Inteligencji, Warszawa, 2009, PWN

zalecana/fakultatywna:

1. Chris Albon, Uczenie maszynowe w Python. Receptury, Gliwice, 2019, Helion
2. John Hearty, Zaawansowane uczenie maszynowe z językiem Python, Gliwice, 2017, Helion

3. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, Boston, 2016, MIT

Współczesna rachunkowość z wykorzystaniem programu Sage Symfonia ERP <i>nazwa przedmiotu</i>
Contemporary Accounting using the SAGE Symphony ERP Program <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Znajomość podstaw rachunkowości

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów w pogłębiony sposób z zasadami funkcjonowania rachunkowości we współczesnych przedsiębiorstwach z uwzględnieniem specyfiki przedsiębiorstwa produkcyjnego i handlowego.
2. Zapoznanie studentów w zaawansowany sposób z programem SAGE Symfonia ERP oraz zaprezentowanie możliwości wykorzystania programu finansowo-księgowego we współczesnym przedsiębiorstwie.
3. Wyształcenie umiejętności związanych z ewidencją księgową zaawansowanych operacji gospodarczych spotykanych w przedsiębiorstwach, ustalaniem wyniku finansowego oraz sporządzaniem sprawozdania finansowego.

4. Wyształcenie postawy przedsiębiorczości i odpowiedzialności zawodowej.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW1	Student wyjaśnia zaawansowane zagadnienia związane z funkcjonowaniem księgowości dotyczące ewidencji aktywów i pasywów, przychodów i kosztów oraz sporządzania sprawozdania finansowego z uwzględnieniem specyfiki przedsiębiorstwa produkcyjnego i handlowego .	K_W09
EW2	Student zna program SAGE Symfonia ERP oraz opisuje sposób jego funkcjonowania	K_W12
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU1	Student księguje operacje gospodarcze związane z działalnością gospodarczą. Potrafi ustalić wynik finansowy oraz sporządzić podstawowe dokumenty wchodzące w skład sprawozdania finansowego	K_U14
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student jest gotów do ponoszenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje związane z pracą w zakresie księgowości oraz jest świadomy konieczności ciągłego rozwoju	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
---------	-------------	------------------------	-------------	---------------	-----------------	------------------------------	--------------	---------------	------------------------

2	5	Z	30	0	0	15	15	0	0
---	---	---	----	---	---	----	----	---	---

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Zasady ewidencji księgowej aktywów trwałych, aktywów obrotowych, kapitałów oraz należności i zobowiązań. Specyfika wyceny oraz ewidencja materiałów w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Specyfika wyceny oraz ewidencja towarów w przedsiębiorstwie handlowym.	10
2	W	Zasady ewidencji księgowej przychodów i kosztów. Klasyfikacja przychodów. Koszty w układzie rodzajowym i koszty w układzie funkcjonalnym. Rozliczenia międzyokresowe kosztów. Sposoby ustalania wyniku finansowego. Sprawozdanie finansowe jako źródło informacji o przedsiębiorstwie. Elementy sprawozdania finansowego. Procedura sporządzania sprawozdania finansowego.	14
3	W	Elementy rachunkowości zarządczej. Rachunek kosztów jako baza rachunkowości zarządczej. Zasady podziału kosztów. Odmiany rachunku kosztów.	6
4	LK	Tworzenie nowego przedsiębiorstwa w programie księgowym SAGE Symfonia ERP oraz ustawianie niezbędnych parametrów pracy z programem. Tworzenie kartotek (baz danych) w programie oraz słowników.	5
5	LK	Ustawianie w programie rejestrów dotyczących podatku VAT. Wprowadzanie bilansu otwarcia/obrotów rozpoczęcia. Definiowanie nowych dokumentów księgowych. Wprowadzanie dokumentów do programu i prowadzenie ewidencji.	7
6	LK	Tworzenia deklaracji ZUS oraz deklaracji podatkowych. Sporządzanie sprawozdania finansowego	3
7	P	Ewidencja księgowa aktywów i pasywów oraz należności i zobowiązań. Ewidencja materiałów w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Ewidencja towarów w przedsiębiorstwie handlowym.	6
8	P	Ewidencja księgowa przychodów. Ewidencja kosztów w układzie rodzajowym. Ewidencja kosztów w obu układach jednocześnie (układ rodzajowym oraz układ funkcjonalny). Ewidencja rozliczeń międzyokresowych kosztów. Ustalanie wyniku finansowego.	6
9	P	Sporządzanie sprawozdania finansowego (przykład zadania od bilansu otwarcia do bilansu zamknięcia)	3

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym)	6
2	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	49

3	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
4	Egzaminy i zaliczenia	25

Metody dydaktyczne:

dyskusja, wykład, ćwiczenia tablicowe, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

test, kolokwium z zadań

Kryteria oceny:

1. na ocenę 5,0 Student w pogłębiony sposób wyjaśnia zasady ewidencji aktywów, pasywów, rozrachunków, przychodów i kosztów. Wskazuje różnice pomiędzy różnymi sposobami ewidencji kosztów. Wskazuje różnice pomiędzy gospodarką materiałową a towarową. Wymienia dokumenty wchodzące w skład sprawozdania finansowego i potrafi je opisać.
2. na ocenę 5,0 Student w pogłębiony sposób wyjaśnia możliwości zastosowania programu finansowo-księgowego SAGE Symfonia ERP
3. na ocenę 5,0 Student poprawnie prowadzi ewidencję księgową dotyczącą operacji gospodarczych związanych z aktywami i pasywami. Potrafi księgować rozrachunki związane z działalnością gospodarczą oraz operacje dotyczące przychodów i kosztów z uwzględnieniem specyfiki przedsiębiorstwa produkcyjnego i handlowego. Poprawnie ustala wynik finansowy przedsiębiorstwa oraz sporządza bilans i rachunek zysków i strat.
4. na ocenę 5,0 student wyjaśnia zakres odpowiedzialności za podejmowane decyzje w zakresie księgowości, jest gotów do ciągłego rozwoju własnych kompetencji

Literatura:

obowiązkowa:

1. Walińska E., Wawrzyńczak-Jędryka B., Bojanowski W., Rachunkowość: rachunkowość i sprawozdawczość finansowa, Warszawa, 2014, Wolters Kluwer Polska
2. Turek I., Chluska J., Kowalska S., Stępień M., Łęgowik-Świącik, S., Rubik J., Rybicka K., Wysłocka E., Krawczyk P., Kuraś M., Rachunkowość finansowa: podręcznik akademicki, Częstochowa, 2021, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej
3. Szczypa P., Rachunkowość finansowa, Warszawa, 2011, CeDeWu

zalecana/fakultatywna:

1. Gos W., Hońko S., Janowicz M., Winiarska K., Rachunkowość finansowa dla zaawansowanych. Warszawa. 2017, Difin

Zaawansowana eksploracja dużych zbiorów danych <i>nazwa przedmiotu</i>
Advanced Exploration of Large Data Sets <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty kierunkowe <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. Podstawowa wiedza ze statystyki (statystyka opisowa) i z rachunku prawdopodobieństwa.
2. Podstawowa wiedza z algebry liniowej.

Cele przedmiotu:

1. Zapoznanie studentów z nowymi, ważniejszymi algorytmami i metodami stosowanymi obecnie do przechowywania, przetwarzania, analizy, modelowania i wizualizacji olbrzymich ilości danych.
2. Zapoznanie studentów z ważniejszym oprogramowaniem stosowanym do przechowywania, przetwarzania, analizy, modelowania i wizualizacji olbrzymich ilości danych.
3. Nabycie umiejętności zespołowej (parami) realizacji projektów, pomagającej w utrwaleniu praktycznych umiejętności, aby na podstawie zdobytej wiedzy, w sposób staranny i terminowy realizować te projekty, być gotowym do rozwiązywania problemów ze wspomnianego zakresu wiedzy, oraz utrwalić umiejętność pisania odpowiedniej dokumentacji zrealizowanego projektu, a także zwiększenia swych umiejętności klarownego przedstawienia i wytłumaczenia swoich ukończonych projektów wobec całej klasy, wraz z odpowiadaniem na zadawane im przez

pozostałe grupy pytań dotyczących realizacji tych projektów.

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
EW2	Student będzie potrafił wytłumaczyć pojęcia oraz stosowane obecnie metody i modele służące przechowywania, przetwarzania, analizy i wizualizacji olbrzymich ilości danych. Student będzie potrafił wytłumaczyć działanie oraz zinterpretować wyniki ważniejszych algorytmów stosowanych przy przetwarzaniu, analizie i wizualizacji danych.	K_W11, K_W12
Umiejętności Absolwent potrafi:		
EU2	Student będzie posiadał umiejętność zastosowania do przechowywania, przetwarzania, analizy i wizualizacji olbrzymich ilości danych ważniejszych algorytmów (tzw. funkcji) zawartych w wybranych bibliotekach (pakietach) języka R i środowiska zintegrowanego RStudio, platformy SPARK oraz platformy H2o.	K_U12, K_U16, K_U19
EU2	Student będzie posiadał umiejętność zastosowania do przechowywania, przetwarzania, analizy i wizualizacji olbrzymich ilości danych ważniejszych algorytmów (tzw. funkcji) zawartych w wybranych bibliotekach (pakietach) języka R i środowiska zintegrowanego RStudio, platformy SPARK oraz platformy H2o.	K_U16
EU3	Student będzie potrafił poprzez RStudio korzystać z bibliotek (pakietów) dostępnych na platformie (ekosystemie) SPARK, która jest uniwersalnym silnikiem dla Big data. Student będzie też potrafił korzystać z trzech darmowych chmurowych serwerów, wspomagających przetwarzanie dużych zbiorów danych, zwłaszcza w sposób równoległy (tj. serwer RStudio dostępny pod adresem https://posit.cloud/ , serwer platformy SPARK i serwer platformy H2o). Student będzie również posiadał umiejętność samodzielnego programowania w języku R w środowisku RStudio, na platformie SPARK i na platformie H2o.	K_U12, K_U16, K_U19

EU3	Student będzie potrafił poprzez RStudio korzystać z bibliotek (pakietów) dostępnych na platformie (ekosystemie) SPARK, która jest uniwersalnym silnikiem dla Big data. Student będzie też potrafił korzystać z trzech darmowych chmurowych serwerów, wspomagających przetwarzanie dużych zbiorów danych, zwłaszcza w sposób równoległy (tj. serwer RStudio dostępny pod adresem https://posit.cloud/ , serwer platformy SPARK i serwer platformy H2o). Student będzie również posiadał umiejętność samodzielnego programowania w języku R w środowisku RStudio, na platformie SPARK i na platformie H2o.	K_U19
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK2	Student będzie potrafił pracować w małych zespołach, będzie rozumiał konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter, będzie potrafił samodzielnie wyszukiwać potrzebne informacje w literaturze, także w językach obcych.	K_K03, K_K06

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	4	Z	30	0	0	0	30	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
-----	-------------	----------------	---------------

1	P	Dokonanie analizy porównawczej wybranych (dla każdego zespołu innych) modeli predykcyjnych (regresji albo klasyfikacji) dostępnych w pakietach tidymodels oraz parsnip, w języku R. Każdy dwuosobowy zespół będzie miał inny zbiór danych. Każdy zespół będzie musiał dokonać bardzo szczegółowego wstępnego przetwarzania (preprocessing'u) zadanego zbioru danych po jego podziale na dane uczące, walidacyjne i testowe. Dla zadanego modelu zespół obliczy jakość predykcyjną tego modelu, biorąc pod uwagę wybrane metryki - inne dla regresji i inne dla klasyfikacji. Następnie zespół dokona rozbudowy swego modelu o zrealizowanie w nim kroku dostrajania (tuning) posiadanych przez dany model hiperparametrów oraz kroku walidacji krzyżowej, a następnie zespół porówna dokonaną poprzednio analizę jakości predykcyjnej z analizami otrzymywanymi przy rozbudowaniu swego modelu, znajdując optymalny, najbardziej dostrojony model predykcyjny dla swojego pierwotnego zbioru danych. Zespoły przygotują sprawozdanie z projektu nr 1, wyślą je do prowadzącego zajęcia oraz przedstawią je wszystkim pozostałym grupom.	15
2	P	Dla danych z pierwszego projektu będzie znaleziony odpowiadający jemu model na platformie H2o, współpracującej z platformą SPARK. Projekt zostanie przez zespół tak zmodyfikowany, aby wszystkie jego polecenia i kroki znalazły swoje odpowiedniki w odpowiednich poleceniach realizujących się na platformie H2o. Zespoły przygotują sprawozdanie z projektu nr 2, wyślą je do prowadzącego zajęcia oraz przedstawią je wszystkim pozostałym grupom. Sprawozdanie powinno zawierać liczne wykresy (np. ważność kolumn, wg ich wpływu na końcowy wynik). Wykresy te powinny być dokonane raczej nie przy użyciu ggplot2, ale z wykorzystaniem poleceń dostępnych na platformie H2O.	15
5	W	Poznanie nowych elementów architektury i nowych funkcjonalności, dodanych do platformy Apache SPARK. Poznanie nowych funkcjonalności dodawanych co roku do pakietu sparklyr (autorstwa twórców środowiska RStudio i platformy SPARK), pozwalających na współpracę z platformą SPARK, korzystając z pakietów SPARKa w środowisku skalowalnym i rozproszonym.	4
6	W	Poznanie nowych rozproszonych algorytmów dodawanych co roku do biblioteki spark.ml w SPARKu. Poznanie głównych możliwości i funkcjonalności i sposobu wykorzystania tych algorytmów w chmurze oraz możliwości współpracy tych algorytmów ze środowiskiem RStudio.	4
7	W	Poznanie nowych funkcjonalności rozszerzonego pakietu rsparkling, dostarczającego możliwości połączenia się z dużą liczbą najnowszych rozproszonych algorytmów uczenia maszynowego na platformie H2O, mocno współpracującej z platformą SPARK'a. Z platformy H2O korzysta ponad 9000 największych firm na świecie.	6
8	W	Poznanie nowych pakietów służących do modelowania tekstu. Poznanie bogatych możliwości eksploracji i wizualizacji sieci społecznościowych (social networks) oraz nowych metod tworzenia dashboardów, współpracujących z platformą SPARK oraz zaznajomienie się z licznymi przykładami ich zastosowania.	8

9	W	Poznanie nowych funkcjonalności drugiej, co do ważności (obok rodziny tidyverse) rodziny pakietów uczenia maszynowego "Tidymodels", której celem jest uproszczenie i zautomatyzowanie przetwarzania potokowego zadań w uczeniu maszynowym, oraz pomoc w zrównolegleniu całego ciągu procesów, odpowiedzialnych za wstępne przetwarzanie danych (dzięki pakietowi recipe, należącemu do tej rodziny), za dostrajanie (tuning) hiperparametrów modeli prognozujących, które polega na generowaniu dużej liczby modeli odpowiadających różnym kombinacjom wartości tych hiperparametrów; oraz za walidację krzyżową i za badanie jakości uzyskiwanych w tych procesach modeli, uśrednianiu ich wyników i ostatecznie wybraniu najlepszego modelu.	8
---	---	--	---

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury.	15
2	Opracowanie wyników.	15
3	Przygotowanie czterech projektów, czterech sprawozdań i czterech prezentacji.	20
4	Konsultacje przedmiotowe (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym).	5
5	Zaliczenie (w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym).	5

Metody dydaktyczne:

konsultacje, praca w grupach, projekt, wykład, laboratorium komputerowe, prezentacja

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, prezentacja, projekt, sprawozdanie z pracy zespołowej

Kryteria oceny:

1. Wymagania na ocenę 5,0 Uzyskanie co najmniej 91% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
2. Wymagania na ocenę 4,5 Uzyskanie co najmniej 81% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
3. Wymagania na ocenę 4,0 Uzyskanie co najmniej 71% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
4. Wymagania na ocenę 3,5 Uzyskanie co najmniej 61% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
5. Wymagania na ocenę 3,0 Uzyskanie co najmniej 51% punktów w ramach sposobów weryfikacji nabytych kompetencji.
6. Wymagania na ocenę 2,0 Student nie spełnia warunków określonych dla oceny 3.0

Literatura:

obowiązkowa:

1. Podstawowa dokumentacja wraz z bardzo licznymi przykładami: <https://spark.posit.co/guides/> (alias adresu: <https://spark.rstudio.com/guides/>)
2. Książki online: <https://bookdown.org/> ; <https://www.tmw.org/> ; <https://smltar.com/> ; <https://www.tidytextmining.com/> ; <https://therinspark.com/> ; <http://r4ds.had.co.nz/> Online rozszerzenie książki ISLR (T. Hastie, R. Tibshirani) o rodzinę pakietów Tidymodels: <https://emilhviltfeldt.github.io/ISLR-tidymodels-labs/index.html> Książka Darren Cook, Wyd. O'Reilly - "Practical Machine Learning with H2O, Powerful, Scalable Techniques...", dostępna pod wieloma adresami, np. pod adresem: [https://archive.org/download/allitebooks-02/Practical Machine Learning with H2O.pdf](https://archive.org/download/allitebooks-02/Practical%20Machine%20Learning%20with%20H2O.pdf) (Kody do książki: github.com/DarrenCook/h2o) Online książka autorstwa Bradley Boehmke & Brandon Greenwell (2020) z licznymi przykładami na platformie H2o, " Hands-On Machine Learning with R": <https://bradleyboehmke.github.io/HOML/index.html>
3. Dokumentacja SPARK'a: <https://spark.apache.org/docs/latest/ml-guide.html>
4. Ważniejsze strony z dokumentacją i przykładami w języku R i Python na platformie H2o: <https://github.com/h2oai/h2o-tutorials/blob/master/h2o-open-tour-2016/chicago/intro-to-h2o.R> <https://github.com/h2oai/h2o-tutorials/blob/master/h2o-open-tour-2016/chicago/grid-search-model-selection.R> <http://htmlpreview.github.io/?https://github.com/ledell/sldm4-h2o/blob/master/sldm4-deeplearning-h2o.html> <http://docs.h2o.ai/h2o/latest-stable/h2o-docs/data-science/stacked-ensembles.html> <https://github.com/h2oai/h2o-tutorials/blob/master/h2o-world-2017/automl/README.md> <https://github.com/ledell/LatinR-2019-h2o-tutorial> <https://docs.h2o.ai/h2o/latest-stable/h2o-docs/welcome.html> Deep learning Booklet z marca 2025 r: <https://docs.h2o.ai/h2o/latest-stable/h2o-docs/booklets/DeepLearningBooklet.pdf>
5. Darmowy serwer online z zainstalowanym RStudio i z pakietami: <https://rdr.io/snippets/> ; Środowisko darmowe w Chmurze: <https://posit.cloud/> ; <https://databricks.com/try>
6. Materiały w wersji elektronicznej dostarczone na zajęciach.

zalecana/fakultatywna:

1. Y. Zhao, "R and Data Mining: Examples and Case Studies", 2014, książka dostępna w WWW z licznymi materiałami, np. książka: <http://www.rdatamining.com/docs/introduction-to-data-mining-with-r> oraz przykłady w R: <http://www.rdatamining.com/examples> oraz wiele inn. wartościowych plików: <http://www.rdatamining.com>)
2. Tysiące przykładowych notebooków: <https://rpubs.com> ; <https://www.kaggle.com/code?language=R> ; <https://www.kaggle.com/>

Zarządzanie strategiczne <i>nazwa przedmiotu</i>
Strategic management <i>nazwa przedmiotu w języku angielskim</i>
polski <i>język wykładowy</i>
przedmioty ogólne <i>kategoria przedmiotu/grupa zajęć</i>

Cykl kształcenia rozpoczynający się od: rok akademicki 2025/26, semestr zimowy

Jednostka organizacyjna: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Specjalność: -

Profil studiów: ogólnoakademicki

Poziom studiów: II stopnia

Forma studiów: stacjonarne

Wymagania wstępne:

1. brak wymagań

Cele przedmiotu:

1. Pogłębienie wiedzy z zakresu zarządzania o metody analizy, planowania i zarządzania strategicznego
2. Wykształcenie umiejętności wykorzystania metod analizy strategicznej do definiowania ryzyk i szans dla przedsięwzięcia biznesowego
3. Uświadomienie studentom, że kreatywność, elastyczność, otwartość na zmiany ale i odpowiedzialność za podejmowane decyzje to podstawowe determinanty współczesnego lidera, kierownika, przedsiębiorcy

Efekty uczenia się:

Kod efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Kod kierunkowego efektu uczenia się
Wiedza Absolwent zna i rozumie:		
-	-	-
Umiejętności Absolwent potrafi:		
-	-	-
Kompetencje społeczne Absolwent jest gotów do:		
EK1	Student jest gotów myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy w warunkach dynamicznie zmieniających się uwarunkowań środowiska	K_K02
EK2	Student pracując zespołowo identyfikuje ryzyka i szanse dla realizacji zakładanych celów strategicznych	K_K03
EK3	Student podejmując decyzje strategiczne stosuje poznawcze techniki redukowania niepewności	K_K04

Forma zajęć, semestralna liczba godzin:

Semestr	Punkty ECTS	Forma zaliczenia (E/Z)	Wykłady (W)	Ćwiczenia (C)	Laboratoria (L)	Laboratoria komputerowe (LK)	Projekty (P)	Seminaria (S)	Praktyka zawodowa (PZ)
4	3	Z	15	15	0	0	0	0	0

E - egzamin; Z - zaliczenie

Treści programowe:

Lp.	Forma zajęć	Tematyka zajęć	Liczba godzin
1	W	Paradygmaty myślenia strategicznego	3
2	W	W poszukiwaniu szans rynkowych, modele biznesu tradycyjne i zwinne	4

3	W	Analiza strategiczna organizacji, cele , użytkownicy, wybrane metody	4
4	W	Współczesne koncepcje zarządzania strategicznego	4
5	C	Misja, wizja, kultura organizacji jako element strategii	2
6	C	Planowanie i podejmowanie decyzji w warunkach dynamicznych zmian otoczenia	2
7	C	Metody analizy makrootoczenia , identyfikacja ryzyk i szans w przykładach	4
8	C	Analizy sektorowe	2
9	C	Analiza zasobów organizacji	2
10	C	Strategie - praktyczne wskazówki wyboru, pozyskania wsparcia, zaplanowanie wdrożeń	3

Praca własna studenta:

Lp.	Opis pracy własnej	Liczba godzin
1	Konsultacje przedmiotowe w bezpośrednim kontakcie z prowadzącym	15
2	Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
3	Opracowanie wyników	15
4	Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji	10

Metody dydaktyczne:

analiza przypadku, ćwiczenia, konsultacje, praca w grupach, projekt, wykład

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się:

uczestnictwo w zajęciach, projekt, rozwiązanie zadania problemowego, test

Kryteria oceny:

1. na ocenę 5,0 student wskazuje przyczyny modyfikacji modelu biznesu , uzasadnia proponowane rozwiązania
2. na ocenę 5,0 student dobiera adekwatne zmienne do zaplanowanych analiz strategicznych, przeprowadza stosowne analizy typuje ranking ryzyk i szans
3. Student podejmując decyzje strategiczne stosuje poznawcze techniki redukowania niepewności

Literatura:

obowiązkowa:

1. A. Stabryła , Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce, Warszawa, 2022, PWN
2. G.Gierszewska, M. Romanowska , Analiza strategiczna przedsiębiorstwa, Warszawa, 2017, PWE

zalecana/fakultatywna:

1. Z. Pierścionek ? Strategie konkurencji i rozwoju przedsiębiorstwa, Warszawa, 2020, PWN