

Program studiów

Matematyka

drugiego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Matematyka
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	matematyka
Liczba semestrów	studia stacjonarne: 4
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	120
Łączna liczba godzin zajęć	1500
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	magister
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Absolwent studiów drugiego stopnia na kierunku matematyka posiada pogłębioną wiedzę z głównych działów matematyki, potrafi przeprowadzać zaawansowane rozumowania, budować modele matematyczne i stosować metody analityczne. Biegły używa także narzędzi informatycznych, zna metody statystyczne, probabilistyczne oraz techniki obliczeniowe. Potrafi opisywać zjawiska ekonomiczne z użyciem modeli matematycznych, analizować dane i rozwiązywać problemy praktyczne. Jest przygotowany do pracy w sektorze finansowym, bankowym i ubezpieczeniowym. Może znaleźć zatrudnienie w instytucjach rynku kapitałowego, firmach inwestycyjnych i doradczych oraz w administracji publicznej i samorządowej. Jest również gotowy do kontynuowania kształcenia na studiach doktoranckich oraz do podjęcia kariery naukowej.

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	posiada pogłębioną wiedzę z zakresu podstawowych działów matematyki	P7S_WG

K_W02	dobrze rozumie rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	P7S_WG P7S_WK
K_W03	zna najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	P7S_WG
K_W04	ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej	P7S_WG
K_W05	ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki: zna większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody	P7S_WG
K_W06	jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań	P7S_WG
K_W07	zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	P7S_WG
K_W08	zna zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i rozumie ich ograniczenia	P7S_WG
K_W09	zna podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych, w szczególności fizyce, chemii lub biologii	P7S_WG
K_W10	zna metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane (np. technologie przemysłowe, zarządzanie itp.)	P7S_WG
K_W11	zna matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w programowaniu i szeroko rozumianej informatyce	P7S_WG
K_W12	zna dobrze co najmniej jeden pakiet oprogramowania, służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych	P7S_WG
K_W13	potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią	P7S_WK P7S_UK
K_W14	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka	P7S_WK
K_U01	posiada umiejętności konstruowania rozumowań matematycznych: dowodzenia twierdzeń, jak i obalania hipotez przez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	P7S_UW
K_U02	posiada umiejętności wyrażania treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	P7S_UW P7S_UK P7S_UO
K_U03	posiada umiejętność sprawdzania poprawności wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych	P7S_UW
K_U04	w zagadnieniach matematycznych dostrzega struktury formalne związane z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	P7S_UW
K_U05	swobodnie posługuje się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym (w szczególności całką krzywoliniową i powierzchniową), elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	P7S_UW
K_U06	orientuje się w metodach rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, potrafi stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych	P7S_UW

K_U07	zna konstrukcje miary i całki Lebesgue'a; potrafi stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych	P7S_UW
K_U08	posiada umiejętności rozpoznawania struktur topologicznych w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; potrafi wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń	P7S_UW
K_U09	posługuje się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystuje własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta	P7S_UW
K_U10	potrafi stosować metody algebraiczne (z naciskiem na algebrę liniową) w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych	P7S_UW
K_U11	zna podstawowe rozkłady probabilistyczne i ich własności; potrafi je stosować w zagadnieniach praktycznych	P7S_UW
K_U12	orientuje się w podstawach statystyki (zagadnienia estymacji i testowanie hipotez) oraz w podstawach statystycznej obróbki danych	P7S_UW
K_U13	umie, na poziomie zaawansowanym i obejmującym matematykę współczesną, 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 dyskretnej i teorii grafów, logiki i teorii mnogości	P7S_UW P7S_UK
K_U14	w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	P7S_UW
K_U15	potrafi 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	P7S_UK P7S_UO P7S_UU
K_U16	potrafi konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki	P7S_UW P7S_UU
K_U17	rozpoznaje struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych	P7S_UW
K_U18	potrafi stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk i analizy ich ewolucji	P7S_UW
K_U19	rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów i procesów obliczeniowych	P7S_UW
K_U20	potrafi konstruować algorytmy o dobrych właściwościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych	P7S_UW
K_U21	umie stosować metody komputerowo wspomaganego dowodzenia twierdzeń oraz logicznego wspomaganie weryfikacji i specyfikacji programów	P7S_UW
K_K01	zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	P7S_KK
K_K02	potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	P7S_KK P7S_KO

K_K03	potrafi pracować zespołowo; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	P7S_KO P7S_KR
K_K04	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	P7S_KO P7S_KR
K_K05	rozumie potrzebę popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	P7S_KO
K_K06	potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych	P7S_KK P7S_KR
K_K07	potrafi formułować opinie na temat podstawowych zagadnień matematycznych	P7S_KK P7S_KO P7S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

3.1 Wykaz zajęć

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	FM	Analiza funkcjonalna	30	30	0	0	60	5	T	
1	FB	Analiza zespolona	30	30	0	0	60	4	T	
1	FM	Matematyka finansowa	30	30	0	0	60	4	N	
1	FM	Matematyka wyższa po angielsku	0	30	0	0	30	2	N	

1	FB	Podstawy programowania w R	0	0	45	0	45	3	N	
1	FD	Rachunek papierów wartościowych	30	0	30	0	60	4	N	
1	FD	Rachunkowość	0	0	45	0	45	3	N	
1	FM	Topologia	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 1			150	150	120	0	420	30	3	0
2	FM	Analiza rynków kapitałowych	30	15	0	0	45	3	N	
2	ZE	Ekonomia	30	30	0	0	60	4	T	
2	FM	Elementy teorii gier	15	15	0	0	30	2	N	
2	FM	Funkcje rzeczywiste	45	45	0	0	90	6	T	
2	FD	Matematyczne podstawy kryptografii	15	15	0	0	30	2	N	
2	FM	Ocena efektywności inwestycji	30	0	30	0	60	4	N	
2	FM	Wybrane zagadnienia badań reprezentacyjnych	30	0	15	0	45	3	N	
2	FB	Zajęcia wybieralne 1	30	0	15	0	45	3	N	
2	FD	Zajęcia wybieralne 2	0	30	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 2			225	150	60	0	435	30	2	0
3	FM	Geometria różniczkowa	30	30	0	0	60	5	T	
3	FB	Probabilistyczne aspekty matematyki finansowej i ubezpieczeniowej	30	30	0	0	60	4	T	
3	FB	Równania różniczkowe	30	30	0	0	60	5	T	
3	FD	Seminarium dyplomowe 1	0	0	0	30	30	2	N	

3	FM	Wybrane zagadnienia analizy matematycznej	30	30	0	0	60	4	T	
3	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 1	30	0	0	0	30	2	N	
3	FB	Zajęcia wybieralne 3	30	0	30	0	60	4	N	
3	FD	Zajęcia wybieralne 4	30	30	0	0	60	4	N	
Sumy za semestr: 3			210	150	30	30	420	30	4	0
4	ZO	Analiza ekonomiczno-finansowa	30	30	0	0	60	5	T	
4	FX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	14	N	
4	FB	Prognozowanie finansowych szeregów czasowych	15	0	0	15	30	2	N	
4	FD	Seminarium dyplomowe 2	0	0	0	30	30	2	N	
4	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 2	30	15	0	0	45	3	N	
4	FM	Zajęcia wybieralne 5	30	30	0	0	60	4	N	
Sumy za semestr: 4			105	75	0	45	225	30	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			690	525	210	75	1500	120	10	0

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

3.2 Przedmioty wybierane w ramach programu studiów, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	FB	Zajęcia wybieralne 1:	30	0	15	0	45	3	N	

		Podstawowe równania w pochodnych cząstkowych: modele matematyczne, metody rozwiązywania, realizacja komputerowa								
2	FB	Zajęcia wybieralne 1: Podstawy modelowania matematycznego	30	0	15	0	45	3	N	
2	FD	Zajęcia wybieralne 2: Wybrane zagadnienia analizy matematycznej po angielsku	0	30	0	0	30	3	N	
2	FD	Zajęcia wybieralne 2: Wybrane zagadnienia matematyki dyskretnej po angielsku	0	30	0	0	30	3	N	
3	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 1: Aspekty psychologiczne w pracy zawodowej	30	0	0	0	30	2	N	
3	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 1: Psychologia społeczna	30	0	0	0	30	2	N	
3	FB	Zajęcia wybieralne 3: Przetwarzanie danych z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego i	30	0	30	0	60	4	N	

		kodów komputerowych								
3	FB	Zajęcia wybieralne 3: Zastosowanie zaawansowanych narzędzi arkusza kalkulacyjnego i kodów komputerowych w zagadnieniach matematyki i analizie danych	30	0	30	0	60	4	N	
3	FD	Zajęcia wybieralne 4: Kombinatoryka przeliczeniowa	30	30	0	0	60	4	N	
3	FD	Zajęcia wybieralne 4: Teoria grafów	30	30	0	0	60	4	N	
4	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 2: Cywilizacje świata	30	15	0	0	45	4	N	
4	ZH	Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 2: Rywalizacje wielkich mocarstw – aspekty globalne i regionalne	30	15	0	0	45	4	N	
4	FM	Zajęcia wybieralne 5: Dynamika symboliczna	30	30	0	0	60	4	N	
4	FM	Zajęcia wybieralne 5: Wybrane zagadnienia teorii równań całkowych	30	30	0	0	60	4	N	

3.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	61 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	63 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	37 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.3 Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Analiza ekonomiczno-finansowa	K_W04, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Istota, przedmiot i zakres badań oraz metody analizy ekonomicznej w przedsiębiorstwie. Rola analizy finansowej w procesie podejmowania decyzji. • Wstępna analiza podstawowych dokumentów sprawozdania finansowego: wstępna pionowa i pozioma analiza bilansu oraz analiza rachunku środków pieniężnych. • Zarządzanie płynnością finansową przedsiębiorstwa: istota i metody pomiaru (statyczne i dynamiczne) płynności finansowej. • Kapitał obrotowy netto w utrzymaniu płynności finansowej przedsiębiorstwa. • Analiza sprawności gospodarowania oraz wyznaczanie cyklu obrotowego w przedsiębiorstwie. • Analiza zadłużenia przedsiębiorstwa i zdolności do obsługi zadłużenia. • Analiza rachunku zysków i strat oraz rentowności przedsiębiorstwa. Zastosowanie modelu Du Ponta w przyczynowej analizie rentowności kapitału własnego. • Dźwignia operacyjna i finansowa w kształtowaniu rentowności 	

przedsiębiorstwa. • Analiza prognozy rentowności. • Zastosowanie wskaźników finansowych do oceny wartości projektu. • Zrównoważony wzrost przedsiębiorstwa. • Wycena przedsiębiorstw. • Łączenie przedsiębiorstw. • Sposoby oceny zagrożenia przedsiębiorstwa upadłością - analiza dyskryminacyjna.

Analiza funkcjonalna	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
----------------------	--

• Przestrzenie Banacha, przykłady ciągłych i funkcyjnych przestrzeni Banacha. Lematy Holdera i Minkowskiego. Własności topologiczne przestrzeni unormowanych. Ośrodkowość, izomorfizm przestrzeni, równoważność norm, uzupełnianie przestrzeni unormowanych. Kryteria zwartości w niektórych przestrzeniach Banacha. • Przestrzenie Hilberta, nierówność Schwarz. Twierdzenia o najlepszej aproksymacji. Wyznacznik Gramma. Ortogonalność. Twierdzenie ortonormalizacyjne Schmidta. Twierdzenie o rozkładzie ortogonalnym. Układy ortogonalne. Współczynniki Fouriera i szeregi ortogonalne. • Operatory liniowe ograniczone, norma operatora. Niektóre klasy operatorów. Twierdzenia Banacha-Steinhaus, o odwzorowaniu otwartym, o odwzorowaniu odwrotnym, o wykresie domkniętym. Elementy analizy spektralnej, rezolwenta operatora. • Funkcjonały ograniczone, przestrzeń sprzężona. Twierdzenie Hahna-Banacha. Przestrzenie sprzężone klasycznych przestrzeni ciągłych i funkcyjnych. Twierdzenie Riesz. Operatory sprzężone. Refleksywność. • Operatory w przestrzeniach Hilberta (H-sprężone, hermitowskie, unitarne, projekcje, normalne). Twierdzenia spektralne dla operatorów zwartych. • Słaba zbieżność i słabe topologie. Twierdzenia Alaoglu, Goldstine'a, Eberleina. Twierdzenia o przestrzeniach refleksywnych.

Analiza rynków kapitałowych	K_W02, K_W04, K_U11, K_U12, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06
-----------------------------	--

• Wprowadzenie do analizy technicznej. Teoria Dowa- główne tezy. Wskaźniki DJIA, DJTA. • Sesja na giełdzie i jej fazy. Kurs otwarcia i zamknięcia. • Rodzaje wykresów wykorzystywanych w analizie technicznej (słupkowy, liniowy, punktowo-symboliczny, świecowy etc.) • Trend na rynku kapitałowym (definicja i rodzaje). Linie wsparcia i oporu. Linia trendu i jej przełamanie. • Podstawowe formacje zapowiadające odwrócenie trendu. • Teoria fal Elliotta. Wydłużenie fali i współczynnik Fibonacciego. Reguła otwierania pozycji. Position Opening Rule. • Podstawowe formacje zapowiadające kontynuację trendu. • Własności i klasyfikacja cykli. • Średnie kroczące- sposoby wyznaczania, zastosowanie i powiązanie z cyklami. Wstęgi Bollingera i oscylatory. • Wskaźniki rynku akcji. • Pojęcie pędu i dywergencji. Wskaźnik relatywnej siły (RSI), wskaźnik "money flow", dywergencja wolumenu obrotu i ceny. • Teoria okienek Carolana. • Ciąg Fibonacciego i współczynnik Fibonacciego oraz ich wykorzystanie do prognozowania zachowań rynku. Teoria R. Fischera. • Wybrane zagadnienia teorii Ganna i jej związek z liczbami Fibonacciego.

Analiza zespolona	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U08, K_U13, K_U14, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
-------------------	---

• Funkcja holomorficzna i funkcja analityczna - definicja, własności. Metody sprawdzania holomorficzności i analityczności funkcji zespolonej. • Całkowanie w dziedzinie zespolonej, całka z funkcji zespolonej zmiennej rzeczywistej, całka z funkcji zespolonej

zmiennej zespolonej, funkcja pierwotna. Twierdzenie całkowite Cauchy'ego i jego uogólnienia, wzór całkowity Cauchy'ego i jego konsekwencje. • Funkcja meromorficzna, punkt osobliwy izolowany funkcji, szereg Laurenta, klasyfikacja punktów osobliwych, residuum funkcji w punkcie osobliwym. Twierdzenie Cauchy'ego o residuach. Twierdzenie o pełnej sumie residuów. Klasyfikacja funkcji holomorficzných ze względu na ich punkty osobliwe. • Indeks punktu względem krzywej, pochodna logarytmiczna funkcji, residuum logarytmiczne. Zasada argumentu, twierdzenie Rouché. Zasada zachowania obszaru. Zasada maksimum modułu, zasada minimum, Lemat Schwarz'a.

Ekonomia

K_W09, K_U16, K_K01, K_K02, K_K04, K_K06

• Ekonomia jako nauka • Rodzaje systemów gospodarczych • Podstawowe podmioty w gospodarce rynkowej • Popyt i podaż oraz czynniki je określające • Analiza produkcji i kosztów przedsiębiorstwa • Rodzaje struktur rynkowych • Mierzenie produktu narodowego • Ruch okrężny dochodu i produktu w gospodarce • Popytowe determinanty dochodu narodowego • System pieniężno-kredytowy • Bezrobocie jako podstawowy problem gospodarczy • Inflacja w gospodarce rynkowej • Cykliczny rozwój gospodarki • Znaczenie polityki fiskalnej i monetarnej w gospodarce narodowej • Handel międzynarodowy - determinanty i znaczenie • Rynek, jego elementy oraz mechanizmy działania rynku. • Podstawy decyzji ekonomicznych konsumenta i producenta. • Formy organizacji rynku (konkurencja doskonała, monopol, konkurencja monopolistyczna, oligopol, duopol. • Rynki czynników produkcji • Rachunek dochodu narodowego a wzrost gospodarczy i cykl koniunkturalny • Rynek pracy i bezrobocie • Podstawy polityki pieniężnej • Pojęcie, miary, rodzaje, teorie i skutki inflacji; metody hamowania inflacji • Polityka gospodarcza państwa w gospodarce zamkniętej i otwartej

Elementy teorii gier

K_W04, K_W07, K_U10, K_K01, K_K03

• Gry macierzowe i dwumacierzowe: strategie czyste i mieszane, eliminacja strategii zdominowanych, pary strategii w równowadze (Nasha); gry n-osobowe - przykłady • Gry w postaci rozwiniętej: drzewo gry, zbiory informacyjne, strategie mieszane i strategie zachowania, równowagi Nasha, przykłady: proste gry kombinatoryczne

Funkcje rzeczywiste

K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W07, K_U01, K_U02, K_U04, K_U05, K_U07, K_U08, K_U13, K_U14, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04

• Zbiory, działania na zbiorach, rodzina zbiorów, ciągi zbiorów. Działania na rodzinie zbiorów. Granica dolna, granica górna i granica ciągu zbiorów. Rodzina addytywna, przeliczalnie addytywna, dyferentnywna, multiplikatywna, przeliczalnie multiplikatywna, komplementarna. • Ciało zbiorów i sigma-ciało zbiorów. Sigma-ciało generowane przez dowolną rodzinę zbiorów. Sigma-ciało zbiorów borelowskich. Miara skończenie addytywna i jej własności. Definicja i własności miary Jordana. Zbiory mierzalne i niemierzalne w sensie Jordana. Miara przeliczalnie addytywna. Przestrzeń z miarą. Miara zupełna. Rozszerzenie miary do miary zupełnej. • Miara zewnętrzna. Warunek Caratheodory'ego. Miara zewnętrzna metryczna. Miara Lebesgue'a. Struktura zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a. Zadania związane z wyznaczaniem miary Lebesgue'a zbiorów i własnościami zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a. Przykłady zbiorów niemierzalnych w sensie Lebesgue'a. • Definicja i własności funkcji mierzalnych. Twierdzenie Łuzina i twierdzenie Frecheta. Funkcje Baire'a. Twierdzenie Vitaliego. Ciągi funkcji mierzalnych. Zbieżność prawie wszędzie, zbieżność według miary, zbieżność prawie jednostajna. Twierdzenie Jegorowa i twierdzenie Riesz'a. • Całka z funkcji nieujemnej i jej własności. Całka względem miary funkcji dowolnego znaku. Przykłady i

<p>kontrprzykłady związane z całką względem miary. • Całka Lebesgue'a. Przykłady i kontrprzykłady związane z całką Lebesgue'a. Bezwzględna ciągłość całki. Własności całki ze zmienną górną granicą całkowania. Lemat Fatou. Twierdzenie Lebesgue'a o zbieżności monotonicznej i zdominowanej. Twierdzenie Vitaliego. Związek całki Riemanna z całką Lebesgue'a.</p>	
<p>Geometria różniczkowa</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U04, K_U08, K_U10, K_U14, K_K01, K_K02, K_K04</p>
<p>• Krzywe przestrzenne regularne, parametryzacja łukowa, krzywizna i skręcenie, równania Freneta i reper Freneta krzywej sparametryzowanej łukowo. Krzywe zawarte w płaszczyźnie i okręgu. Krzywe sferyczne. Pary krzywych Bertranda. Ewolwenta i ewoluta krzywej. • Reper Freneta, krzywizna i skręcenie krzywej dowolnie sparametryzowanej. Twierdzenia fundamentalne o istnieniu i przystawianiu. • Płat powierzchniowy regularny. Przestrzeń styczna oraz pole normalne. Orientacja powierzchni. Krzywe na powierzchni. Pierwsza forma fundamentalna - metryka na powierzchni. • Operator kształtu, krzywizna normalna powierzchni w punkcie.. Lokalne izometrie. Krzywizna Gaussa i krzywizna średnia. Kierunki i krzywizny główne. Druga forma fundamentalna. Linie krzywiznowe i asymptotyczne. Powierzchnie obrotowe i prostokreślne. Geodezyjne. Powierzchnie minimalne.</p>	
<p>Matematyczne podstawy kryptografii</p>	<p>K_W07, K_W08, K_W11, K_U04, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05</p>
<p>• Podstawowe pojęcia kryptograficzne oraz krótka historia kryptografii. • Elementy teorii liczb i algebry wykorzystywane w kryptografii - przegląd • Wybrane kryptosystemy symetryczne i ich kryptoanaliza: szyfr z przesunięciem, szyfr afiniczny, szyfr Polibiusza, szyfr Vigenere'a, szyfr Hilla. Chińskie twierdzenie o resztach i algorytm współdzielenia sekretu. • Testy pierwszości. Liczby pseudopierwsze. Metody faktoryzacji liczb złożonych. Szyfr RSA. Podpisy cyfrowe. • Logarytm dyskretny i jego obliczanie. Protokół Diffiego-Hellmanna. Szyfr ElGamala. • Kolokwium z materiału zrealizowanego na wykładach i ćwiczeniach.</p>	
<p>Matematyka finansowa</p>	<p>K_W04, K_U02, K_K02</p>
<p>• Przypomnienie podstawowych zasad matematyki finansowej: zasady oprocentowania składanego, zasady równoważności stóp procentowych, zasady równoważności kapitałów. • Rachunek rent: podstawowe pojęcia i zagadnienia rachunku rent, klasyfikacja rent, renty proste i renty uogólnione, renty o stałych ratach i renty o zmiennych ratach. • Rachunek kredytów: plan spłaty długu, typy rat stosowanych w praktyce kredytów bankowych i pożyczek konsumenckich (rata annuitetowa, rata o stałej części kapitałowej), różne warianty spłaty długu (spłata odsetek w jednej racie i stałe spłaty kapitałowe, bieżąca spłata odsetek i zwrot kapitału w ostatniej racie, spłata długu poprzez fundusz umorzeniowy), koszt kredytu.</p>	
<p>Matematyka wyższa po angielsku</p>	<p>K_W13, K_U02, K_K01, K_K04, K_K06, K_K07</p>
<p>• Funkcje elementarne (Elementary functions). • Równości i nierówności, działania arytmetyczne wartość bezwzględna (Equalities and inequalities, arithmetic operations, absolute value) • Relacje, relacje równoważności, relacje porządku (Relations, equivalence relations, ordering relations). • Funkcje, iniekcja, suriekcja, bijekcja, funkcja odwrotna (Functions, injection, surjection, bijection. Inverse function). • Geometria euklidesowa płaszczyzny: kąty (ostre, rozwarte, proste), trójkąt, prostokąt, wielokąt, okrąg (Euclidean geometry of the plane: angles (acute, obtuse, right), triangle, rectangle, polygon, circle). • Wielomiany i równania algebraiczne (Polynomials and algebraic</p>	

equations). • Macierze i wyznaczniki (Matrices and determinants). • Ciągi, granica ciągu (Sequences, limit of a sequence). • Warunek zgodności układu liniowego, wyznaczanie rozwiązań układu równań liniowych (Consistency condition for a linear system, finding solutions of a system of linear equations). • Granica funkcji, asymptoty, funkcje ciągłe (Limit of a function, asymptotes, continuous functions). • Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej, reguły różniczkowania, twierdzenia dotyczące funkcji różniczkowalnych, reguła de l'Hospitala (Differential calculus for functions of a single variable, differentiation rules, theorems about differentiable functions, L'Hospital rule). • Pochodne i różniczki wyższych rzędów, analiza jakościowa funkcji oraz sporządzanie wykresów (Higher-order derivatives and differentials, qualitative analysis of functions and construction of graphs). • Przykłady całkowania, całkowanie funkcji wymiernych, całkowanie funkcji niewymiernych (Integration examples, integration of rational functions, integration of irrational functions). • Równania różniczkowe zwyczajne, równania różniczkowe pierwszego rzędu, liniowe równania różniczkowe drugiego rzędu (Ordinary differential equations, first-order differential equations, second-order linear differential equations).

Ocena efektywności inwestycji	K_W02, K_W04, K_U02, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
<p>• Przepływy pieniężne, koszt kapitału, pojęcie inwestycji rzeczowej i inwestycji finansowej, inwestycja finansowa opisana za pomocą deterministycznego ciągu płatności, rachunek efektywności inwestycji, ryzyko. • Zapoznanie studentów z środowiskiem R oraz CAS Maxima. Przedstawienie podstawowych narzędzi arkusza kalkulacyjnego. • Statyczne metody oceny efektywności inwestycji: prosty okres zwrotu, księgową stopa zwrotu, rachunek prognozy rentowności (ilościowy i wartościowy próg rentowności) wraz z analizą wrażliwości. • Dynamiczne metody oceny efektywności inwestycji: wartość bieżąca netto inwestycji, własności wartości bieżącej netto, wartość bieżąca netto inwestycji z uwzględnieniem ryzyka, zakup obligacji kuponowych i ocena tej inwestycji przy pomocy miernika wartości bieżącej netto, wewnętrzna stopa zwrotu i jej własności, warunki wystarczające dla istnienia wewnętrznej stopy zwrotu, wewnętrzna stopa zwrotu obligacji, wskaźnik rentowności inwestycji, zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu inwestycji, średni czas trwania inwestycji, zdyskontowany okres zwrotu inwestycji.</p>	
Podstawy programowania w R	K_W07, K_W08, K_W11, K_W12, K_U12, K_U19, K_U20, K_K01, K_K02, K_K03
<p>• Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku komputerowym. Organizacja pracy w środowisku R i RStudio. Wprowadzenie do podstaw języka poprzez analizę i modyfikację prostych skryptów R. • Wektory, pętla for, instrukcje warunkowe oraz najprostsze wykresy. • Tworzenie kodów komputerowych w R odpowiadających etapowi realizacji pozostałych treści kształcenia. • Macierze i ramki danych. Wczytywanie danych oraz zapisywanie danych do pliku. • Korzystanie z bibliotek oraz tworzenie funkcji. • Wizualizacja danych jedno- i dwuwymiarowych. • Realizowanie i prezentowanie indywidualnych projektów.</p>	
Praca dyplomowa	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07, K_W13, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K02, K_K04, K_K06, K_K07
<p>• Przygotowanie pisemnej pracy dyplomowej.</p>	

Probabilistyczne aspekty matematyki finansowej i ubezpieczeniowej	K_W04, K_W07, K_W08, K_U11, K_U12, K_K01, K_K05
<p>• Losowa stopa procentowa. Wartość kapitału jako zmienna losowa stopy procentowej. Zastosowanie zmiennej losowej o rozkładzie logarytmiczno-normalnym do modelowania losowej wartości kapitału. Własności zmiennej losowej o rozkładzie logarytmiczno-normalnym. Parametry losowej wartości kapitału o losowych okresowych stopach procentowych i dyskontowych. Zmienna losowa wartości kapitału dla oprocentowania ciągłego i jej parametry. • Mierniki probabilistyczne ryzyka związanego z inwestowaniem w akcje. Odchylenie standardowe stopy zwrotu akcji jako klasyczna miara ryzyka. Semiwariancja i semiodchylenie standardowe stopy zwrotu akcji. Odchylenie przeciętne stopy zwrotu. Prawdopodobieństwo nieosiągnięcia poziomu aspiracji. Współczynnik zmienności stopy zwrotu. Teoria użyteczności. Teoria portfela. Klasyczne miary portfela akcji. Wyznaczanie portfela o minimalnym ryzyku lub maksymalnym dochodzie. Metoda stochastycznej dominacji w teorii portfela. • Modele rynku kapitałowego. Model jednowskaźnikowy Sharpe'a. Modele równowagi rynku kapitałowego: model wyceny aktywów kapitałowych CAPM teoria arbitrażu cenowego APT. • Model indywidualnego i kolektywnego ryzyka ubezpieczeniowego. Kalkulacja składki w ubezpieczeniach życiowych. Składka netto dla polis dyskretnych, ciągłych i mieszanych.</p>	
Prognozowanie finansowych szeregów czasowych	K_W04, K_W07, K_W08, K_W09, K_W10, K_W12, K_U11, K_U12, K_U18, K_K01, K_K05
<p>• Wprowadzenie: określenie szeregu czasowego, analiza wykresów, podstawowe miary opisu szeregu czasowego, badanie szeregów czasowych za pomocą metod indeksowych, wykresy i analiza opisowa w R. • Dekompozycja szeregów czasowych: idea, wygładzanie za pomocą średniej ruchomej, dekompozycja klasyczna, eliminacja trendu i sezonowości z danych. • Modele stacjonarne i niestacjonarne: przegląd, identyfikacja, estymacja parametrów modelu. Prognozowanie: proste metody prognozowania, prognozowanie na podstawie modeli ARIMA.</p>	
Rachunek papierów wartościowych	K_W04, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Modele obliczania przyszłej oraz bieżącej wartości pieniądza. Wstęp do papierów wartościowych. • Dłużne papiery wartościowe: weksle, bony skarbowe, certyfikaty depozytowe, obligacje. • Kolokwium praktyczne z zakresu modeli obliczania przyszłej oraz bieżącej wartości pieniądza oraz dłużnych papierów wartościowych. • Akcje. Podstawowe charakterystyki akcji. Podstawowe indeksy. Wycena akcji. Rodzaje wzrostu dywidendy. Oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko akcji. Portfel akcji. Współczynnik korelacji akcji. Ryzyko portfela akcji. • Model Markowitza i model jednowskaźnikowy Sharpe'a. • Podstawowe instrumenty pochodne: kontrakty forward i futures, kontrakty swap i opcje. • Kolokwium praktyczne z zakresu wyceny akcji, modeli Markowitza i Sharpe'a oraz instrumentów pochodnych. • Test teoretyczny.</p>	
Rachunkowość	K_W01, K_W11, K_U03, K_U12, K_K01, K_K02, K_K03
<p>• Wprowadzenie do modułu. Wyjaśnienie podstawowych pojęć związanych z modułem, zasad ewidencji i dekretacji dowodów księgowych. • Struktura oprogramowania finansowo - księgowego Symfonia. Tworzenie nowej firmy. Ustawienia programu do wymogów przedsiębiorstw różnych branż. Tworzenie zakładowego planu kont. • Wypełnianie kartotek. Wprowadzanie i modyfikacja dokumentów. Wprowadzanie faktur VAT i dokumentów prostych. Rozliczanie rozrachunków z kontrahentami, pracownikami, z tytułu wynagrodzeń i publicznoprawnych. Tworzenie raportów kasowych i bankowych.</p>	

<p>Rozliczanie VAT. Kompensaty. • Sporządzanie raportów i zestawień. Generowanie sprawozdań finansowych. Archiwizacja danych. • Struktura oprogramowania Symfonia Handel. Tworzenie nowej firmy. Ustawienia systemu do wymogów przedsiębiorstwa. • Wypełnianie kartotek. Ewidencja obrotu materiałowego. Ewidencja sprzedaży. Organizacja zabezpieczenia danych. Archiwizacja danych. • Struktura oprogramowania Środki trwałe Symfonia. Ustawienia programu. Grupowanie środków trwałych. Wypełnianie kartotek. Ewidencja środków trwałych i wartości niematerialnych i prawnych. Likwidacja i sprzedaż środków trwałych. • Prezentacja projektu.</p>	
Równania różniczkowe	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W07, K_W08, K_W10, K_U01, K_U05, K_U06, K_K01
<p>• Zagadnienie Cauchy'ego, problem istnienia i jednoznaczności rozwiązań, związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda macierzowa, metoda całek pierwszych. • Stabilność i asymptotyczna stabilności w sensie Lapunowa • Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego. • Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. Równanie struny i równanie falowe. Równanie przewodnictwa. Równanie Laplace'a.</p>	
Seminarium dyplomowe 1	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06, K_K07
<p>• Zapoznanie studentów z wydziałowymi wymaganiami dotyczącymi przygotowania pracy dyplomowej oraz obowiązującymi na wydziale procedurami związanymi z egzaminem dyplomowym. Referowanie przez studentów zagadnień do egzaminu dyplomowego.</p>	
Seminarium dyplomowe 2	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06, K_K07
<p>• Referowanie zagadnień do egzaminu dyplomowego. • Przedstawianie zagadnień z pracy magisterskiej. Referowanie części pracy magisterskiej, dyskusje na temat poruszanych w pracy zagadnień. • Przedstawienie napisanej części pracy magisterskiej.</p>	
Topologia	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_U13, K_U14, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
<p>• Przestrzenie topologiczne. Przestrzenie metryczne. • Baza, podbaza topologii. Aksjomaty przeliczalności. Zbiory gęste. Ośrodkowość. Aksjomaty oddzielania. • Ciągłość. Homeomorfizm. Niezmienniki topologiczne. • Zwartość. Zupełność. Spójność. • Przegląd wybranych twierdzeń topologicznych (informacyjnie)</p>	
Wybrane zagadnienia analizy matematycznej	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04,

	K_U05, K_U08, K_U13, K_U14, K_U15, K_U17, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
<ul style="list-style-type: none"> • Preliminaria. Splot i jego własności, twierdzenia o wygładzaniu i aproksymacji. • Transformacja Laplace'a i jej własności, twierdzenia o przesunięciu, całce, pochodnej, o splocie, różnowartościowości. Transformata odwrotna. Transformaty podstawowych funkcji. Przykłady obliczania transformat. • Zastosowania transformaty Laplace'a do rozwiązywania równań i układów równań różniczkowych. • Transformacja Fouriera w L^1 i L^2, jej własności, transformacja odwrotna. Zastosowania transformaty Fouriera do rozwiązywania niektórych równań cząstkowych o stałych współczynnikach (np. równanie ciepła, falowe). 	
Wybrane zagadnienia badań reprezentacyjnych	K_W03, K_W09, K_W12, K_U11, K_U12, K_U13, K_U18, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia: populacja, cecha, parametr, plan, schemat i operat losowania. • Schematy losowania: proste, warstwowe, dwustopniowe (Rao-Hartleya-Cochrana, Hartleya-Rao, Sampforda, Suntera). • Inne schematy losowania próby (systematyczne, dwufazowe, badania powtarzalne). • Estymatory wartości globalnej i średniej, ilorazu wartości globalnych dwóch cech, liczby i frakcji elementów wyróżnionych. Estymatory złożone. Minimalna liczność próby. Problem brakujących danych. 	
Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 1: Aspekty psychologiczne w pracy zawodowej	K_K01, K_K02, K_K03, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie w problematykę psychologii • Funkcjonowanie poznawcze. Znaczenie emocji w efektywnej pracy • Racjonalność i emocjonalność • Osobowość - teoria Wielkiej Piątki, obraz siebie, samoocena oraz poznawanie siebie i innych • Motywacja i motywowanie • Czynniki wpływające na sprawność komunikowania się; metody kierowania konfliktem • Stres w pracy. Działanie w stresie i radzenie sobie ze stresem • Twórczość • Zależności społeczne (wpływ społeczny) – zjawiska grupowe a efektywność w pracy. Relacja przełożony -podwładny, rola lidera. • Problemy oceniania i podejmowania decyzji. 	
Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 1: Psychologia społeczna	K_K01, K_K02, K_K03, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot i zakres psychologii społecznej, kontekst społeczny w psychologii • Podstawowe społeczne motywy ludzkiego działania • Osobowość - obraz siebie, samoocena oraz poznawanie siebie i innych • Wiedza człowieka o świecie społecznym, przekonania społeczne • Poznawanie społeczne, rozumienie i ocena sytuacji społecznych. Percepcja społeczna • Postawy i zmiana postaw. Wartości • Grupy społeczne, zjawiska grupowe, wpływ społeczny • Przywództwo i władza. Style kierowania i motywowanie • Komunikacja interpersonalna. Konflikt i rozwiązywanie konfliktu • Konflikty społeczne i polityczne. Możliwości rozwiązywania • Relacje społeczne. Prospołeczność i agresja • Relacje międzygrupowe. Stereotypy, uprzedzenia, dyskryminacja 	
Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 2: Cywilizacje świata	K_K01, K_K02, K_K03, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Cywilizacja jako przedmiot badań. • Potęga państw i metody jej mierzenia. • Polska na styku cywilizacji na przestrzeni wieków. • Cywilizacje i ich rywalizacja od starożytności do XX wieku. • Cywilizacje a rozwój gospodarczy na przestrzeni wieków. • Chiny i Rosja jako cywilizacje i mocarstwa. • Zachód i islam, kontakty i konfrontacje. • Wynalazki i ich 	

wpływ na rozwój cywilizacji na przestrzeni dziejów. • Cywilizacja amerykańska. • Unia Europejska - "cywilizacja" w kryzysie? • Zaliczenie pisemne wykładów. • Wprowadzenie do ćwiczeń, dyskusja na temat cywilizacji, potęgi państw, mocarstw i ich rywalizacji. • Mierzenie potęgi państw i jej wpływ na międzynarodowy układ sił. • Prezentowanie wyników badań na potęgą państw i cywilizacji. • Podsumowanie zajęć.	
Zajęcia humanistyczno-społeczne wybieralne 2: Rywalizacje wielkich mocarstw – aspekty globalne i regionalne	K_K01, K_K02, K_K03, K_K06
• Rywalizacja wielkich mocarstw od strony teoretycznej. • Wielkie mocarstwa od starożytności do końca XIX wieku, rywalizacja, geopolityka, wojny i najważniejsze traktaty pokojowe. • Rywalizacja wielkich mocarstw w XX wieku. Ich odgałęzienia regionalne. • Potęga państw i metody jej mierzenia. • XXI wiek jako nowa odsłona rywalizacji wielkich mocarstw. Ich wpływ na konflikty regionalne. • Nowy światowy układ sił tworzony przez rywalizację USA z Chinami. Aspekty polityczne, gospodarcze i wojskowe. • Nowe wyzwania płynące z rywalizacji wielkich mocarstw dla porządku międzynarodowego. • Zaliczenie pisemne • Wprowadzenie do ćwiczeń: dyskusja na temat mocarstw, rywalizacji, usytuowania Polski w porządku międzynarodowym • Mierzenie potęgi państw i jej wpływ na międzynarodowy układ sił. • Prezentowanie wyników badań na potęgą państw i układem sił w świecie. • Podsumowanie zajęć.	
Zajęcia wybieralne 1: Podstawowe równania w pochodnych cząstkowych: modele matematyczne, metody rozwiązywania, realizacja komputerowa	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
• Podstawowe zagadnienia związane z równaniami różniczkowymi cząstkowymi • Problemy typu dyfuzyjnego. Równanie przenoszenia ciepła. Warunki brzegowe w problemach typu dyfuzyjnego. • Metody analizy i rozwiązywania problemów parabolicznych. Konwekcja w zagadnieniach dyfuzyjnych. • Problemy hiperboliczne. Równanie falowe. Równanie drgań struny i warunki brzegowe. • Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych. Przykłady równań eliptycznych, parabolicznych i hiperbolicznych oraz obszary ich zastosowań. • Fale w przestrzeni dwuwymiarowej i trójwymiarowej. Układy równań różniczkowych cząstkowych. • Problemy eliptyczne. Problemy brzegowe i ich ogólne właściwości. • Numeryczne i przybliżone metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych i ich układów.	
Zajęcia wybieralne 1: Podstawy modelowania matematycznego	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
• Modelowanie matematyczne – sztuka stosowania matematyki. Zasady i główne cechy modelowania. Eksperyment komputerowy - etapy, cechy i funkcje. Wsparcie techniczne i oprogramowanie w eksperymencie obliczeniowym. • Modele matematyczne, które są zredukowane do równań algebraicznych. Modele matematyczne równowagi. Zagadnienia przybliżenia i optymalizacji. Metody numeryczne rozwiązania układów równań liniowych i nieliniowych. • Modele matematyczne, które są zredukowane do układów równań różniczkowych zwyczajnych. Modele matematyczne dynamiki. Przykłady prostych modeli dynamicznych w różnych dziedzinach wiedzy. Metody numeryczne rozwiązania zagadnień początkowych dla równań różniczkowych zwyczajnych. • Wstęp do równań różniczkowych z pochodnymi cząstkowymi. Warunki początkowe i brzegowe. Klasyfikacja liniowych równań różniczkowych cząstkowych i podstawowe modele matematyczne. • Metody numerycznego rozwiązania zagadnień	

początkowo-brzegowych dla równań i układów równań różniczkowych z pochodnymi cząstkowymi. Wielowymiarowe równania. • Test praktyczny przy komputerze.	
Zajęcia wybieralne 2: Wybrane zagadnienia analizy matematycznej po angielsku	K_W13, K_U02, K_K01, K_K04, K_K06, K_K07
• Przetłumaczenie i omówienie wybranych tekstów anglojęzycznej literatury z zakresu analizy matematycznej (Discussion and translation of selected texts from English-language literature in Mathematical Analysis) • Prezentacja przez studentów po angielsku wybranych zagadnień z zakresu analizy matematycznej (Students' presentations in English on selected topics in Mathematical Analysis). • Test pisemny (Written test)	
Zajęcia wybieralne 2: Wybrane zagadnienia matematyki dyskretnej po angielsku	K_W13, K_U02, K_K01, K_K04, K_K06, K_K07
• Przetłumaczenie i omówienie wybranych tekstów anglojęzycznej literatury z zakresu matematyki dyskretnej (Discussion and translation of selected texts from English-language literature in Discrete Mathematics) • Prezentacja przez studentów po angielsku wybranych zagadnień z zakresu matematyki dyskretnej (Students' presentations in English on selected topics in Discrete Mathematics) • Test pisemny (Written test)	
Zajęcia wybieralne 3: Przetwarzanie danych z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego i kodów komputerowych	K_W04, K_W07, K_W08, K_W10, K_W11, K_W12, K_U19, K_U20, K_U21, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
• Przypomnienie podstaw programowania w R – środowisko RStudio, podstawowe typy zmiennych, instrukcje logiczne, pętle, import i eksport danych tekstowych. • Ramki danych, czynniki, data i czas i biblioteka dplyr. Praca z danymi. • Wizualizacja danych - różne typy wykresów w R, biblioteki do tworzenia wykresów. • Funkcje tekstowe, logiczne, wyszukiwania daty i czasu dostępne w arkuszu kalkulacyjnym. Wykresy. • Tabele przestawne, wykresy przestawne, dashboardy. • Korespondencja seryjna i analiza wariantowa.	
Zajęcia wybieralne 3: Zastosowanie zaawansowanych narzędzi arkusza kalkulacyjnego i kodów komputerowych w zagadnieniach matematyki i analizie danych	K_W04, K_W07, K_W08, K_W10, K_W11, K_W12, K_U19, K_U20, K_U21, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04
• Wprowadzenie do środowiska RStudio. Zaawansowane metody import i eksportu danych (m.in. podstawy webscraping). • Typy i struktury danych w R. Funkcje tekstowe, logiczne, wyszukiwania, funkcje daty i czasu. • Instrukcje warunkowe i pętle w R. Organizacja danych: sortowanie i filtrowanie (standardowe, autofiltr, zaawansowane) danych. Ochrona danych. • Tworzenie i formatowanie wykresów, typy wykresów, formatowanie serii danych, filtrowanie danych na wykresie. • Tabele przestawne i wykresy przestawne: tworzenie i modyfikacje, sumy częściowe i końcowe, pola obliczeniowe, sortowanie tabeli przestawnej i pobieranie danych z tabeli przestawnej • Korespondencja seryjna, tworzenie i modyfikacja. • Analiza wariantowa z wykorzystaniem scenariuszy, analiza danych w oparciu o histogram i współczynnik korelacji. Prezentacja projektów • Obliczenia numeryczne w R (m.in. całkowanie numeryczne, zagadnienia optymalizacyjne). Prezentacje projektów grupowych.	
Zajęcia wybieralne 4: Kombinatoryka przeliczeniowa	K_W01, K_W04, K_W05, K_W07, K_U02, K_U03, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07

<p>• Schematy wyboru. Uogólnienia symbolu Newtona. Permutacje i cykle. Liczby Stirlinga pierwszego i drugiego rodzaju. • Schematy wyboru. Uogólnienia symbolu Newtona. Permutacje i cykle. Liczby Stirlinga pierwszego i drugiego rodzaju. • Schematy wyboru. Uogólnienia symbolu Newtona. Permutacje i cykle. Liczby Stirlinga pierwszego i drugiego rodzaju. • Rekurencje, rodzaje równań rekurencyjnych. Równania rekurencyjne liniowe jednorodne o stałych współczynnikach. Równania rekurencyjne liniowe niejednorodne o stałych współczynnikach. Metoda współczynników nieoznaczonych. • Transformata Z i jej zastosowanie do rozwiązywania równań rekurencyjnych. • Nieliniowe równania rekurencyjne sprowadzalne do liniowych równań rekurencyjnych. • Zastosowania równań rekurencyjnych (m.in. zastosowania w ekonomii). Grafowe i kombinatoryczne interpretacje znanych rodzin liczb zdefiniowanych rekurencyjnie. Zastosowania równań rekurencyjnych w teorii grafów (zliczanie zbiorów niezależnych i dominujących w pewnych klasach grafów). • Układy równań rekurencyjnych. Metoda eliminacji. Przykłady zastosowań układów równań rekurencyjnych. Jednorodne i niejednorodne liniowe układy równań rekurencyjnych. Metoda macierzowa rozwiązywania układów równań rekurencyjnych. Metoda operatorowa rozwiązywania układów równań rekurencyjnych.</p>	
Zajęcia wybieralne 4: Teoria grafów	K_W01, K_W04, K_W05, K_W07, K_U02, K_U03, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
<p>• Przypomnienie podstawowych definicji, twierdzeń i oznaczeń z teorii grafów. • Produkty grafowe i ich zastosowania. Uogólnione produkty grafowe. • Niezależność w grafie. Zbiory niezależne, zbiory k-niezależne. Liczba niezależności grafu i jej oszacowania. Zliczanie zbiorów niezależnych w pewnych klasach grafów. • Indeks Merrifielda-Simmonsa, indeks Hosoya. Inne parametry grafowe i ich związek z liczbą niezależności w grafach (np. indeksy Zagreb grafu). • Dominowanie w grafach i jego różne warianty. Liczba dominowania i jej oszacowania. Zliczanie zbiorów dominujących w pewnych klasach grafów. • Kolorowanie grafów. Kolorowanie wierzchołków, krawędzi, kolorowanie mieszane. Wielomian chromatyczny i jego własności. Inne warianty kolorowania.</p>	
Zajęcia wybieralne 5: Dynamika symboliczna	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
<p>• Przestrzenie przesunięć, zbiory słów zabronionych, języki, funkcje blokowe, kody przesuwających się bloków. Przestrzenie typu skończonego, ich macierze przejścia i grafy skierowane reprezentujące te przestrzenie jako przestrzenie przesunięć krawędzi. Nieredukowalność przestrzeni a spójność jej grafu. Przesunięcia jako przestrzenie metryczne. Entropia topologiczna – związana z największą wartością własną macierzy przejścia między przestrzeniami przesunięć. Związek z teorią informacji – kodowanie, kompresja, kanały komunikacyjne.</p>	
Zajęcia wybieralne 5: Wybrane zagadnienia teorii równań całkowych	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07
<p>• Miary silnej niezwartości w przestrzeniach Banacha i Frecheta. • Miary słabej niezwartości w przestrzeniach Banacha i Frecheta. • Równania i układy równań całkowych w różnych przestrzeniach funkcyjnych.</p>	