

Załącznik nr 4
do uchwały nr 35/2020 Senatu
Politechniki Rzeszowskiej
z dnia 30 czerwca 2020 r.

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 | 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 | <p>Absolwent kierunku matematyka o specjalności zastosowania matematyki w ekonomii będzie posiadał pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki wyższej i jej zastosowań.</p> <p>Absolwent będzie posiadał umiejętności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzania rozumowań matematycznych (dowodów) o wysokim stopniu trudności • wykonywania złożonych obliczeń, także przy pomocy pakietów informatycznych; • przedstawiania treści matematycznych w mowie i piśmie, także w języku obcym; • wydobywania informacji jakościowych z danych ilościowych; • formułowania problemów w sposób matematyczny w postaci symbolicznej, ułatwiającej ich analizę i rozwiązanie; • będzie znał język angielski w stopniu umożliwiającym korzystanie z anglojęzycznej literatury specjalistycznej. • będzie posiadał umiejętność budowania złożonych modeli matematycznych, oraz korzystania z modeli matematycznych niezbędnych w zastosowaniach matematyki w ekonomii. • będzie posiadał umiejętność opisywania złożonych zjawisk ekonomicznych przy pomocy odpowiednich modeli matematycznych, które są konstruowane na bazie wiedzy z zakresu wielu działów matematyki oraz ekonomii matematycznej, matematyki finansowej, matematyki ubezpieczeniowej, ekonomii matematycznej, rachunku papierów wartościowych, oceny efektywności inwestycji, oraz probabilistycznych aspektów matematyki finansowej i ubezpieczeniowej • będzie biegle posługiwać się narzędziami informatycznymi służącymi do rozwiązywania problemów matematycznych dotyczących opisu zjawisk ekonomicznych • będzie potrafił samodzielnie pogłębiać wiedzę matematyczną i studiować literaturę specjalistyczną <p>Absolwent kierunku matematyka, specjalności zastosowania matematyki w ekonomii będzie przygotowany do pracy w instytucjach finansowych, bankowych oraz aktuarialnych, w których będzie mógł wykorzystać zdobytą wiedzę w zakresie matematyki i ekonomii. Będzie umiał posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu matematyki i podstaw ekonomii związanych z modelowaniem matematycznym zjawisk ekonomicznych.</p> |

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 | zna język angielski na poziomie średniozaawansowanym (B2), oraz inny język obcy na poziomie wystarczającym do czytania literatury fachowej | 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, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

3.1. Parametry planu studiów

| | |
|--|---------|
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia. | 67 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów. | 77 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub | 5 ECTS |

| | |
|--|----------|
| nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne. | |
| Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru. | 42 ECTS |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego. | 5 ECTS |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego. | 15 godz. |

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- 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;
- rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=G&K=K&TK=html&S=498&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2. Plan studiów

| Semestr | Jedn. | Nazwa zajęć | Wykład | Ćwiczenia/ Lektorat | Laboratorium | Projekt/ Seminarium | Suma godzin | Punkty ECTS | Egzamin | Oblig. | Typ |
|------------------------------------|-------|---|------------|------------------------|--------------|------------------------|----------------|----------------|-----------|----------|-----|
| 1 | FM | Analiza funkcjonalna I | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | N | | A |
| 1 | FD | Analiza zespolona | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 6 | T | | A |
| 1 | FM | Funkcje rzeczywiste I | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | N | | A |
| 1 | FM | Matematyka wyższa po angielsku I | 0 | 45 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | | A |
| 1 | FD | Rachunek papierów wartościowych | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 5 | N | | A |
| 1 | FA | Topologia II | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 6 | T | | A |
| 1 | DL | Wychowanie fizyczne | 0 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0 | N | | A |
| Sumy za semestr: 1 | | | 150 | 240 | 30 | 0 | 420 | 30 | 2 | 2 | |
| 2 | FM | Analiza funkcjonalna II | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | T | | A |
| 2 | FD | Analiza matematyczna | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | T | | A |
| 2 | ZE | Ekonomia | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 5 | T | | A |
| 2 | FM | Funkcje rzeczywiste II | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 5 | T | | A |
| 2 | FD | Matematyka wyższa po angielsku II | 0 | 45 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | | B |
| 2 | FM | Ocena efektywności inwestycji | 30 | 0 | 30 | 0 | 60 | 4 | N | | A |
| 2 | FB | Proseminarium | 0 | 30 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | | B |
| 2 | FB | Wykład monograficzny I | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | | B |
| Sumy za semestr: 2 | | | 180 | 240 | 30 | 0 | 450 | 30 | 4 | 0 | |
| 3 | FA | Geometria różniczkowa | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | T | | A |
| 3 | FB | Probabilistyczne aspekty matematyki finansowej i ubezpieczeniowej | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 5 | T | | A |
| 3 | FB | Równania różniczkowe | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 5 | T | | A |
| 3 | FD | Seminarium magisterskie | 0 | 0 | 0 | 45 | 45 | 3 | N | | B |
| 3 | ZH | Zajęcia humanistyczne I | 30 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 | N | | A |
| 3 | FB | Zajęcia wybieralne I | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 4 | N | | B |
| 3 | FD | Zajęcia wybieralne II | 30 | 45 | 0 | 0 | 75 | 4 | N | | B |
| Sumy za semestr: 3 | | | 180 | 210 | 0 | 45 | 435 | 28 | 3 | 0 | |
| 4 | ZO | Analiza ekonomiczno-finansowa | 30 | 30 | 0 | 0 | 60 | 4 | T | | A |
| 4 | FD | Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | N | | B |
| 4 | FD | Seminarium magisterskie | 0 | 0 | 0 | 45 | 45 | 3 | N | | B |
| 4 | FM | Wykład monograficzny II | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 2 | N | | B |
| 4 | ZH | Zajęcia humanistyczne II | 30 | 15 | 0 | 0 | 45 | 3 | N | | A |
| Sumy za semestr: 4 | | | 90 | 60 | 0 | 45 | 195 | 32 | 1 | 0 | |
| SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY: | | | 600 | 750 | 60 | 90 | 1500 | 120 | 10 | 2 | |

Legenda typu zajęć:

- A - obowiązkowy dla programu
- B - obowiązkowy dla programu z możliwością wyboru
- C - wybierany dla programu
- D - obowiązkowy dla specjalności
- E - wybierany dla specjalności
- F - fakultatywny

Uwaga, niezliczenie 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.

3.3. Sposoby 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 studiów 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.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

| | |
|---|-----------|
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin | 10 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej | 9 |
| Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej | 1 |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej | 21 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej | 1 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń | 245 godz. |
| Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu | 17 |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej | 27 godz. |
| Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej | 9 godz. |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych) | 133 godz. |
| Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria) | 2 |
| Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru | 1 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych | 30 godz. |
| Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu | 2 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji | 60 godz. |
| Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu. | 7 |
| Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych. | 75 godz. |

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=G&K=K&TK=html&S=498&C=2020>

3.4. 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=G&K=K&TK=html&S=498&C=2020>, które stanowią integralną część programu studiów.

| | |
|---|--|
| 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 Pont'a w przyczynowej analizie rentowności kapitału własnego Dźwignia operacyjna i finansowa w kształtowaniu rentowności przedsiębiorstwa | |
| Analiza funkcjonalna I | 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 |
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Przestrzenie liniowe - przypomnienie pojęć. Suma algebraiczna, baza przestrzeni, przestrzeń ilorazowa, zbiór wypukły, pochłaniający, zbalansowany. Punkty ekstremalne. 2. Przestrzenie Banacha. Przestrzenie unormowane. Przykłady ciągłych i funkcyjnych przestrzeni Banacha. Lematy Holdera i Minkowskiego. 3. Własności topologiczne przestrzeni unormowanych. Ośrodkowość. Izomorfizm przestrzeni i równoważność norm. Baza Schaudera. Uzupełnianie przestrzeni unormowanych. Twierdzenie Baire'a. Przestrzenie produktowe i ilorazowe. Kryteria zwartości w niektórych przestrzeniach Banacha. 4. Przestrzenie Hilberta. Przestrzenie unitarne. Nierówność Schwartz'a. Przestrzenie Hilberta. Twierdzenie o najlepszej aproksymacji. Wyznacznik Gramma. Ortogonalność. Twierdzenie ortonormalizacyjne Schmidta. Twierdzenie o rozkładzie ortogonalnym. Układy ortogonalne. Współczynniki Fouriera i szeregi ortogonalne. 5. Operatory liniowe. Operatory liniowe, operatory liniowe i ograniczone, norma operatora, przestrzeń liniowych operatorów ograniczonych. Niektóre klasy operatorów: izometria, izomorfizm, operatory skończenie wymiarowe, sprzężone, pełnociągłe. Twierdzenie Banacha-Steinhaus'a, Banacha o odwzorowaniu otwartym i o odwzorowaniu odwrotnym. Twierdzenie o dwu normach. Twierdzenie o wykresie domkniętym. | |
| Analiza funkcjonalna II | 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_U09, K_U10, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07 |
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Ciągłe funkcjonały liniowe. Norma funkcjonału, przestrzeń sprzężona. Twierdzenie Hahna-Banacha. Przestrzenie sprzężone klasycznych przestrzeni ciągłych i funkcyjnych. Twierdzenie Riesz'a. Przestrzeń druga sprzężona. Refleksywność. 2. Operatory w przestrzeniach Hilberta. Operatory sprzężone, hermitowskie, unitarne. 3. Elementy analizy spektralnej. Wartości własne, wektory własne, spektrum, zbiór rezolwent, rezolwenta operatora, szereg von Neumana. Operatory całkowite, równania całkowite Fredholma. Twierdzenie spektralne dla operatorów zwartych. 4. Słaba zbieżność i słabe topologie w przestrzeniach unormowanych. Przestrzenie lokalnie wypukłe. Twierdzenie o oddzielaniu zbiorów wypukłych. Słabe topologie. Twierdzenie Mazura, Alaoglu, Goldstine'a, Eberleina. Twierdzenia o przestrzeniach refleksywnych. 5. Twierdzenia o punkcie stałym. Twierdzenie Banacha, Schaudera. Przykłady zastosowań w teorii równań różniczkowych i całkowych. 6. Kolokwia z materiału zrealizowanego na wykładach i ćwiczeniach. | |
| Analiza matematyczna | 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"> Pojęcie całki podwójnej. Zamiana całki podwójnej na całkę iterowaną. Całka potrójna. Zamiana całki potrójnej na całkę iterowaną. Zastosowania całek wielokrotnych. Całka krzywoliniowa nieskierowana, jej własności i zastosowania. Całka skierowana i metody jej obliczania. Twierdzenie Greena i jego zastosowania. Podstawowe pojęcia pola wektorowego: gradient, potencjał, dywergencja, rotacja i cyrkulacja pola. Pojęcie całki powierzchniowej zorientowanej i niezorientowanej. Własności całek powierzchniowych. Zastosowanie całki powierzchniowej w teorii pola. Twierdzenie Gaussa - Ostrogradskiego i twierdzenie Stokesa. Formy różniczkowe. |
| 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 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Ciągi i szeregi liczbowe zespolone. Własności zbiorów na płaszczyźnie zespolonej, zbiory otwarte, domknięte, spójne. Przekształcenia na płaszczyźnie zespolonej, translacja, obrót, jednokładność, symetria względem prostej i okręgu. Krzywa na płaszczyźnie zespolonej, krzywa gładka, krzywa Jordana, kontur. Równania prostej, okręgu, elipsy, hiperboli. Ciągi i szeregi liczbowe zespolone. Funkcja zespolona zmiennej rzeczywistej i jej pochodna. Funkcje zespolone. Granica, ciągłość, część rzeczywista i urojona funkcji zespolonej. Funkcja złożona, funkcja odwrotna. Ciągi i szeregi funkcyjne, szeregi potęgowe i twierdzenia Cauchy - Hadamarda, Abela, Taubera. Przykłady funkcji zespolonych: $\exp z$, trygonometryczne, logarytmiczne, potęgowe. Pochodne funkcji zespolonych zmiennej zespolonej, równania Cauchy - Riemanna, pochodne formalne, interpretacja pochodnej, funkcje analityczne (regularne), odwzorowanie konformalne i homograficzne. Całkowanie w dziedzinie zespolonej, całka zwyczajna, całka krzywoliniowa, funkcja pierwotna. Twierdzenie całkowite Cauchy'ego i jego uogólnienia, wzór całkowy Cauchy'ego i jego konsekwencje. Rozwijalność funkcji holomorficznej w szereg potęgowy, miejsca zerowe funkcji holomorficznej. Twierdzenie Morery. Nierówności Cauchy'ego. Funkcje całkowite. Twierdzenie Liouville'a. Zasada maksimum modułu, zasada minimum, Lemat Schwarza. Zasadnicze Twierdzenie Algebry. Funkcje meromorficzne. Punkty osobliwe, residuum funkcji, twierdzenie o residuach, residua pochodnej logarytmicznej. Twierdzenie Weierstrassa o rozkładzie funkcji całkowitej na iloczyn nieskończony. Małe Twierdzenie Picarda. Rozkład funkcji meromorficznej, Twierdzenie Mittag-Lefflera. |
| Ekonomia | K_W09, K_U16, K_K01, K_K02, K_K04, K_K06 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 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 |
| Funkcje rzeczywiste I | 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_U13, K_U14, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Zbiory, działania na zbiorach, rodzina zbiorów, ciągi zbiorów. Działania na rodzinie zbiorów. Granica dolna, granica górna i granica ciągu zbiorów. Rodzina addytywna, przeliczanie addytywna, dyferentnywna, multiplikatywna, przeliczanie multiplikatywna, komplementarna. Ciało zbiorów i sigma-ciało zbiorów. Sigma-ciało generowane przez dowolną rodzinę zbiorów. Sigma-ciało zbiorów borelowskich. Miara skończona addytywna i jej własności. Miara przeliczalnie addytywna. Przestrzeń z miarą. Miara zupełna. Rozszerzenie miary do miary zupełnej. Definicja i własności miary Jordana. Zbiór Cantora i jego miara Jordana. Zbiory mierzalne i niemierzalne w sensie Jordana. Miara zewnętrzna. Warunek Caratheodory'ego. Miara zewnętrzna metryczna. Miara Lebesgue'a. Struktura zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a. Zadania związane z wyznaczeniem miary Lebesgue'a zbiorów i własnościami zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a. Przykłady zbiorów niemierzalnych w sensie Lebesgue'a. |
| Funkcje rzeczywiste II | 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_U13, K_U14, K_U15, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Miara Lebesgue'a. Struktura zbiorów mierzalnych w sensie Lebesgue'a. Zadania związane z wyznaczeniem miary Lebesgue'a zbiorów i własnościami zbiorów mierzalnych 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 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. |
| Geometria różniczkowa | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U08, K_U10, K_U13, K_U14, K_U16, K_U17, K_K02, K_K04, K_K07 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 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. Krzywa 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 prostokątne. Geodezyjne. Powierzchnie minimalne. Rozmaitości wielowymiarowa, atlas, przestrzeń styczna, metryka. |
| Matematyka wyższa po angielsku I | K_W13, K_U02, K_K01, K_K04, K_K06, K_K07 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Elementary functions. Equalities and inequalities, arithmetic operations, absolute value. Relations, equivalence relations, ordering relations. Functions, injection, surjection, bijection. Inverse function. Euclidean geometry of the plane: angles (acute, obtuse, right), triangle, rectangle, polygon, circle. Polynomials and algebraic equations. Matrices and determinants. Sequences, limit of a sequence. Consistency condition for a linear system, finding solutions of a system of linear equations. Limit of a function, asymptotes, continuous functions. Differential calculus for functions of a single variable, differentiation rules, theorems about differentiable functions, L'Hospital rule. Higher-order derivatives and differentials, qualitative analysis of functions and construction of graphs. Integration examples, integration of rational functions, integration of irrational functions. Ordinary differential equations, first-order differential equations, second-order linear differential equations. |
| Matematyka wyższa po angielsku II | K_W13, K_U02, K_K01, K_K04, K_K06, K_K07 |
| | <ul style="list-style-type: none"> Podstawowe definicje z teorii grafów i kombinatoryki. Drogi, cykle, spójność. Drzewa, grafy planarne. Skojarzenia, pokrycia i pakowania. Niezależność i dominowanie. Kolorowanie grafów. Liczby typu Fibonacciego. |
| Ocena efektywności inwestycji | K_W02, K_W04, K_U02, K_U16, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 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, księgowy stopa zwrotu, rachunek progno 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. | |
| 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 |
| • Przygotowanie pisemnej pracy dyplomowej. | |
| Probabilistyczne aspekty matematyki finansowej i ubezpieczeniowej | K_W04, K_W07, K_W08, K_W09, K_U02, K_U04, K_U11, K_U12, K_U16, K_U18, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K07 |
| • 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. Instrumenty pochodne (opcje, kontrakty terminowe forward i futures, kontrakty swap). • 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 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. | |
| Proseminarium | K_W02, K_W04, K_W13, K_U02, K_U03, K_U04, K_U13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_K01, K_K02, K_K04, K_K06, K_K07 |
| • Modele matematyczne i metody numeryczne. Dokładne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa. Obliczanie wyznacznika i odwracanie macierzy. Iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Numeryczne rozwiązanie równań nieliniowych i ich układów • Aproksymacja funkcji. Wielomiany interpolacyjne Lagrange'a i Newtona. Oszacowanie błędu wielomianu interpolacyjnego. Metoda najmniejszych kwadratów aproksymacji funkcji. Zróżnicowanie numeryczne. • Całkowanie numeryczne. Kwadratury Newtona-Cotesa. Kwadratury złożony Newtona-Cotesa. • Metody numerycznego rozwiązania zagadnienia początkowego dla równań różniczkowych zwyczajnych. | |
| Rachunek papierów wartościowych | K_W04, K_U16, K_U18, K_K03 |
| • Obliczanie przyszłej wartości pieniądza - oprocentowanie proste oraz składane. Obliczanie obecnej wartości pieniądza - dyskonto handlowe i matematyczne, dyskonto proste i składane. • Istota papierów wartościowych i ich podstawowe funkcje. Podział papierów wartościowych. Rodzaje papierów wartościowych. • Weksle. Rodzaje weksli. Obliczanie wartości aktualnej weksla na podstawie dyskonta handlowego. Redyskontowanie weksli. Opłata ryczałtowa i proporcjonalna przy dyskontowaniu weksli. Zasada równoważności weksli. Odnowianie weksli. Portfel weksli. • Bony skarbowe. Przetargi bonów skarbowych i zasady ich ogłaszania. Rynek pierwotny i rynek wtórny bonów skarbowych. Stopa dyskontowa i cena zakupu bonu skarbowego. Stopa rentowności inwestycji w bony skarbowe i jej obliczanie. • Certyfikaty depozytowe. Cechy certyfikatu. Wartość certyfikatu i jej obliczanie. Wartość certyfikatu na rynku wtórnym. Rentowność certyfikatu depozytowego. Certyfikaty depozytowe o stałym oprocentowaniu i o zmiennej stopie procentowej. • Obligacje. Podział obligacji. Podstawowe charakterystyki obligacji. Nominalna i rynkowa wartość obligacji. Rentowność (stopa zwrotu) obligacji. Przybliżona stopa zwrotu. Obligacje wieczyste (konsolle), obligacje zerokuponowe, obligacje tandemne, obligacje loteryjne. • Kolokwium z zakresu wyceny weksli, bonów skarbowych, certyfikatów depozytowych oraz obligacji. • Akcje. Rodzaje akcji. Podstawowe charakterystyki akcji. Zmiana ceny akcji wyrażona poprzez indeksy rynku. Podstawowe indeksy: Indeks Dow Jones, Indeks Standard and Poors, indeksy Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie. Wycena akcji: dywidendy i cena akcji. Rodzaje wzrostu dywidendy. Oczekiwana stopa zwrotu i ryzyko akcji. Portfel akcji. Współczynnik korelacji akcji. Ryzyko portfela akcji. • Charakterystyka podstawowych instrumentów pochodnych: kontrakty forward i futures, kontrakty swap i opcje. Wycena kontraktów forward i futures na akcje oraz na przyszłą stopę procentową. Wycena kontraktów wymiany stóp procentowych. • Kolokwium z zakresu wyceny akcji oraz instrumentów pochodnych. | |
| Równania różniczkowe | K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_W10, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, 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 |
| • 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 stabilność 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. | |
| Seminarium magisterskie | 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 |
| • Referowanie zagadnień do egzaminu magisterskiego. • Przedstawianie zagadnień z pracy magisterskiej. Referowanie części pracy magisterskiej, dyskusje na temat poruszanych w pracy zagadnień. • Przedstawienie napisanej części pracy magisterskiej. | |
| Topologia II | 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 |
| • Przestrzenie topologiczne. Przestrzenie metryczne. • Baza, podbaza topologii. Aksjomaty przeliczalności. Zbiory gęste. Ośrodkowość. Aksjomaty oddzielania. • Ciągłość. Homeomorfizm. Niezmienniki. Deformacje. Węzły. • Zwartość. Zupełność. Spójność. • Twierdzenie Brouwera. | |
| Wychowanie fizyczne | K_K03 |
| • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć w plenerze. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych w plenerze z wykorzystaniem naturalnych przeszkód, przyrządów i przyborów znajdujących się wokół, wykonywane indywidualnie, z partnerem i w grupie. Ćwiczenia z wykorzystaniem kijów do Nordic Walking. • Nauka poprawnego trzymania kijów i techniki marszu w Nordic Walking – koordynacja pracy RR i NN. Pokonywanie różnych dystansów i korygowanie błędów technicznych w trakcie marszu. Ćwiczenia z wykorzystaniem siłowni plenerowych. Rekreacyjne gry terenowe: ringo, frisbee, zbijak, bule i inne. | |
| Wykład monograficzny I | 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 |
| • Zakres wykładu monograficznego obejmuje modelowanie matematyczne. Przedmiot do wyboru. | |
| Wykład monograficzny II | 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 |
| • Zakres wykładu monograficznego obejmuje analizę matematyczną. Przedmiot do wyboru. | |
| Zajęcia humanistyczne I | K_K01, K_K02, K_K03, K_K06 |
| • Zakres modułu obejmuje treści z zakresu nauk humanistycznych. Przedmiot do wyboru. | |
| Zajęcia humanistyczne II | K_K01, K_K02, K_K03, K_K06 |
| • Zakres modułu obejmuje treści z zakresu nauk humanistycznych. Przedmiot do wyboru. | |

| | |
|---|---|
| Zajęcia wybieralne I | 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 |
| • Zakres przedmiotu wybieralnego obejmuje prezentację narzędzi informatycznych niezbędnych dla studentów i przyszłych absolwentów kierunku matematyka z zastosowaniami w ekonomii. Przedmiot do wyboru. | |
| Zajęcia wybieralne II | K_W01, K_W04, K_W05, K_W07, K_U02, K_U03, K_U04, K_K01, K_K02, K_K04, K_K07 |
| • Zakres przedmiotu obejmuje matematykę dyskretną. Przedmiot do wyboru. | |

Drukuj

Zamknij