

Program studiów

Ogólna charakterystyka studiów	
Wydział prowadzący kierunek studiów:	Wydział Matematyki i Informatyki
Kierunek studiów:	Matematyka
Poziom kształcenia: <i>(studia pierwszego, drugiego stopnia, jednolite studia magisterskie)</i>	studia drugiego stopnia
Profil kształcenia: <i>(ogólnoakademicki, praktyczny)</i>	ogólnoakademicki
Umiejscowienie kierunku w obszarze (obszarach) kształcenia:	obszar nauk ścisłych dziedzina nauk matematycznych
Forma studiów: <i>(studia stacjonarne, studia niestacjonarne)</i>	stacjonarne
Liczba semestrów:	4
Liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi studiów:	121 (lub 120 na spec. zastosowania matematyki)
Łączna liczba godzin dydaktycznych:	960 (lub 945 na spec. zastosowania matematyki) + przedmioty ogólnouczelniane lub na innym kierunku studiów
Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta:	magister
Specjalność:	zastosowania matematyki, zastosowania matematyki w ekonomii i finansach, teoretyczna
Ogólne cele kształcenia oraz możliwości zatrudnienia i kontynuacji kształcenia przez absolwentów kierunku:	Studenci otrzymają pogłębione solidne wykształcenie matematyczne rozszerzone o wybrane kierunki zastosowań. Nabędą umiejętność dalszego, samodzielnego jego rozwijania, a także budowania modeli matematycznych i przeprowadzania rozumowań matematycznych. Absolwent będzie przygotowany do samodzielnej pracy w

	<p>instytucjach, w których wykorzystywane są narzędzia i metody matematyczne, a szerzej, wszędzie tam, gdzie wymagana jest umiejętność samodzielnego, analitycznego myślenia oraz przetwarzania i analizy danych. Absolwenci będą przygotowani do podjęcia studiów III stopnia na kierunku matematyka. Wybrawszy specjalność "zastosowania matematyki w ekonomii i finansach" studenci będą szczególnie dobrze przygotowani do podjęcia samodzielnej pracy na stanowiskach wymagających stosowania metod ilościowych w analizie ekonomicznej, a przez to w instytucjach, w których wykorzystywane są narzędzia i metody statystyczne lub ekonometryczne oraz wymagana jest umiejętność rozwiązywania zadań z zakresu optymalizacji działalności ekonomicznej, przygotowywania prognoz i analiz działalności ekonomicznej i finansowej, przetwarzania i analizy danych statystycznych, analizy rynków finansowych, posługiwania się modelami ekonometrycznymi itp. Będą zatem przygotowani do podjęcia pracy w sektorze finansowym, ubezpieczeniowym, przemyśle lub handlu. Absolwenci specjalności teoretycznej będą szczególnie dobrze przygotowani do prowadzenia badań naukowych, samodzielnie lub w zespole, do podjęcia studiów III stopnia w kraju lub za granicą oraz do pracy w instytucjach naukowo-badawczych.</p>
<p>Wskazanie związku programu kształcenia z misją i strategią UMK:</p>	<p>Program kształcenia budowany jest w oparciu o najlepsze wzorce oraz z uwzględnieniem potrzeb społecznych i rynku pracy, aby zapewnić najwyższą jakość kształcenia i umocnić pozycję UMK jako jednego z czołowych ośrodków szkolnictwa wyższego w Polsce (B.1, B.2). Elastyczny i zrównoważony program studiów sprzyja międzynarodowej wymianie studentów (B.1.3). Program kształcenia doskonalony jest poprzez realizację Wewnętrznego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia w UMK i uwzględnianie wyników oceny w polityce kadrowej i ofercie dydaktycznej (B.1.5). Zwiększa konkurencyjność absolwentów na rynku pracy poprzez uwzględnianie w ofercie dydaktycznej treści związanych z zastosowaniami matematyki, literatury fachowej w języku angielskim oraz uwzględnianie modelu kompetencji zawodowych zbudowanego w oparciu o opinie regionalnych środowisk zawodowych i gospodarczych (B.2.2).</p>
<p>Wskazanie, czy w procesie definiowania efektów kształcenia oraz w procesie przygotowania i udoskonalania programu studiów uwzględniono opinie interesariuszy, w tym w szczególności</p>	<p>W budowaniu programu studiów brano pod uwagę opinie studentów poprzez ich udział w wydziałowej Komisji ds. Programu Studiów na Kierunku Matematyka oraz analizę ankiet dotyczących oferty dydaktycznej wydziału. Ponadto uwzględniono</p>

studentów, absolwentów, pracodawców:	Model Kompetencji Zawodowych stworzony przez Biuro Karier UMK na podstawie kontaktów z pracodawcami oraz opinii i oczekiwań studentów i absolwentów.
Wymagania wstępne (oczekiwane kompetencje kandydata) – zwłaszcza w przypadku studiów drugiego stopnia:	Warunkiem koniecznym do ubiegania się o przyjęcie na studia jest ukończenie studiów pierwszego stopnia na kierunku matematyka lub kierunku, który realizuje wszystkie lub prawie wszystkie wzorcowe efekty kształcenia kierunku matematyka określone przepisami MNiSW. W przypadku, gdy ukończony kierunek studiów nie zapewnił uzyskania wszystkich efektów kształcenia kierunku matematyka, organ decydujący o przyjęciu na studia może polecić kandydatowi uzupełnienie braków kompetencyjnych poprzez zaliczenie zajęć w wymiarze nieprzekraczającym, wraz z zajęciami uwzględnionymi w programie studiów, łącznej liczby 150 punktów ECTS. Szczegółowe warunki rekrutacji zawarte są w uchwale Senatu UMK na dany rok akademicki.

Moduły kształcenia wraz z zakładanymi efektami kształcenia

Moduły kształcenia	Przedmioty	Liczba punktów ECTS	Charakter zajęć obligatoryjny/fakultatywny	Zakładane efekty kształcenia	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia osiągniętych przez studenta

Moduł 1 Podstawowy MK-P	Łącznie (jeśli student zaliczył w czasie studiów I stopnia jeden z poniższych przedmiotów, lub do niego zbliżony, zalicza w zamian inny matematyczny przedmiot do wyboru)	18	obligatoryjny	<p>Wiedza: 1. zna podstawy analizy funkcji zespolonych, rozumie pojęcie pochodnej i całki funkcji zespolonej, zna klasyczne twierdzenia analizy zespolonej.</p> <p>2. zna podstawowe przykłady przestrzeni: Banacha, Hilberta, Frecheta, liniowo-topologicznych, lokalnie wypukłych; operuje pojęciem przestrzeni sprzężonej (rozumie znaczenie obiektów dualnych, w szczególności operuje pojęciem refleksywności); Rozumie klasyczne twierdzenia analizy funkcjonalnej: tw. o odwzorowaniu otwartym, domkniętym wykresie, o odwzorowaniu otwartym, zasadę jednostajnej ograniczoności, twierdzenie Banacha-Alaoglu, twierdzenie Kreina-Milmana; rozumie pojęcia słabych topologii w przestrzeniach Banacha; rozumie pojęcie układu ortonormalnego zupełnego w przestrzeni Hilberta i pojęcie szeregu Fouriera; w klasycznej sytuacji szeregów Fouriera funkcji okresowych rozumie związki pomiędzy regularnością (gładkością) funkcji i prędkością malenia do zera transformaty Fouriera.</p> <p>3. - rozpoznaje i określa najważniejsze własności topologiczne podzbiorów przestrzeni euklidesowej i przestrzeni metrycznych,</p> <p>Umiejętności: 1. - definiuje podstawowe pojęcia analizy zespolonej, w tym pochodnej funkcji, holomorficzności, całki krzywoliniowej, rozwinięcia Taylora, rozwinięcia Laurenta, residuum funkcji, punktów osobliwych; analizuje własności poznanych obiektów, - wyznacza granice funkcji, sumy szeregów, całki krzywoliniowe, residua funkcji, a także całki niewłaściwe przy pomocy residuów.</p> <p>2. umie stosować klasyczne twierdzenia analizy funkcjonalnej; potrafi wykorzystywać pojęcie słabej topologii; potrafi rozwijać w szereg Fouriera funkcje okresowe i całkowne.</p> <p>3. - wyznacza wnętrza i domknięcia konkretnych zbiorów, rozpoznaje i analizuje własności zbiorów i odwzorowań w różnych topologiach, wyjaśnia zależności między poznanymi pojęciami topologicznymi,</p> <p>- rozpoznaje odwzorowania homotopijne i przestrzenie homotopijnie równoważne,</p> <p>- definiuje i interpretuje podstawowe pojęcia związane z rozmaitościami,</p> <p>- umie wykorzystywać własności topologiczne zbiorów i funkcji do rozwiązywania zadań o charakterze jakościowym,</p>		
	Analiza zespolona	6			zal. na ocenę; egz.	
	Analiza funkcjonalna	6			zal. na ocenę; egz.	
	Topologia	6			zal. na ocenę; egz.	
	Proseminarium magisterskie	0			zal. na "zal"	

			<p>- podaje sposoby wprowadzania topologii i opisuje zależności między nimi i ilustruje je przykładami</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. jest nastawiony na nieustanne zdobywanie nowej wiedzy, umiejętności i doświadczeń; widzi potrzebę ciągłego doskonalenie się i podnoszenia kompetencji zawodowych; zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia; buduje umiejętności na solidnych podstawach w zakresie wiedzy,</p> <p>2. stawia cele i dokonuje wyborów, biorąc pod uwagę własne możliwości, zainteresowania i perspektywy zawodowe,</p> <p>3. pracuje systematycznie i umie samodzielnie realizować uzgodnione cele; dotrzymuje terminów,</p> <p>4. zdobytą wiedzę i umiejętności umie przekazać zarówno w formie pisemnej jak i ustnej.</p>	
--	--	--	---	--

<p>Moduł 2 Przedmioty specjalnościowe specjalności "zastosowania matematyki" MK-ZM</p>	<p>Łącznie</p>	<p>43</p>	<p>fakultatywny</p>	<p>Wiedza: 1. zna i rozumie definicje i twierdzenia z zasad konstruowania algorytmów numerycznych rozwiązywania wybranych zagadnień matematyki stosowanej. 2. Zna pojęcie zmiennej losowej, jej rozkładu i rozkładu warunkowego. Ma podstawową wiedzę o różnych typach zbieżności zmiennych losowych. Zna najważniejsze prawa wielkich liczb i twierdzenia graniczne. Rozumie potrzebę korzystania z narzędzi probabilistycznych w zastosowaniach matematyki, 3. - zna klasyfikację równań różniczkowych cząstkowych oraz równania różniczkowe cząstkowe spotykane w naukach przyrodniczych oraz modelach innych nauk (w ekonomii, technice), - posiada wiedzę dot. interpretacji równań transportu, równania ciepła, reakcji dyfuzji, równań struny i membrany, równania falowego, - zna metody rozwiązań podstawowych typów równań; zna pojęcia zbioru i funkcji Greena, słabego rozwiązania oraz przestrzeni Sobolewa i sposoby ich zastosowania, - posiada ogólną wiedzę nt. związków teorii równań różniczkowych cząstkowych z innymi dziedzinami matematyki takimi jak analiza matematyczna, analiza funkcjonalna, topologia, teoria prawdopodobieństwa. 4. Zna podstawowe pojęcia statystyki opisowej i matematycznej, w tym zasady tworzenia diagramów statystycznych i estymacji, rozumie ograniczenia tych metod. Rozumie potrzebę korzystania z narzędzi statystycznych w zastosowaniach matematyki. Zna przynajmniej jeden program do statystycznej analizy danych. 5. zna i rozumie podstawowe elementy języka fizyki; zna ograniczenia opisu rzeczywistości fizycznej z pomocą modelowania matematycznego; ma elementarną wiedzę o podstawowych teoriach fizycznych, zasadach zachowania i skalach wielkości; poznaje podstawowe eksperymenty fizyczne i ograniczenia pomiarów. 6. zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z poznanych działów matematyki, nieobjętych przedmiotami obowiązkowymi; rozumie budowę teorii matematycznych, leżących u podstaw tych dziedzin. Umiejętności: 1. - potrafi stosować narzędzia arytmetyki komputerowej do tworzenia algorytmów numerycznych i analizować złożoność obliczeniową tych algorytmów,</p>	
---	-----------------------	------------------	---------------------	--	--

Metody numeryczne	7		- rozwiązuje numerycznie równania i układy równań nieliniowych, potrafi znaleźć przybliżone rozwiązania układów równań liniowych, macierzowego zagadnienia własnego i zadania optymalizacyjnego; znajduje numerycznie rozwiązania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych, - potrafi aproksymować funkcje za pomocą interpolacji wielomianami i za pomocą funkcji B-sklejanych.	zal. na ocenę; egz.
Rachunek prawdopodobieństwa II (Jeżeli na studiach I stopnia student uczestniczył w rozszerzonym kursie rachunku prawdopodobieństwa (zakres: 1000-M1RPR1 + 1000-M1RPRz), wybiera inny matematyczny przedmiot do wyboru)	6		2. Umie wyznaczać podstawowe charakterystyki zmiennych losowych, w tym warunkową wartość oczekiwaną. Potrafi wykorzystać prawa wielkich liczb i twierdzenia graniczne do szacowania prawdopodobieństw i parametrów rozkładów, wykorzystuje przy tym własności poznanych typów zbieżności zmiennych losowych. 3. - potrafi analizować i rozpoznawać (sklasyfikować) typy równań różniczkowych cząstkowych, - potrafi podać interpretację równania transportu, równań reakcji, równań struny i membrany, - potrafi rozwiązać quasi-liniowe równania pierwszego rzędu, - potrafi przejść do zmiennych biegunowych w równaniach Poissona, reakcji dyfuzji, membrany, - potrafi znaleźć funkcję Greena dla półpłaszczyzny i kuli, - rozwiązuje zagadnienia eliptyczne na prostokacie, kole i innych wybranych obszarach, które można sparametryzować za pomocą iloczynu kartezjańskiego odcinków;	zal. na ocenę; egz.
Równania różniczkowe cząstkowe	6		- potrafi stosować zasadę maksimum do szacowania wartości rozwiązania równań Poissona i reakcji dyfuzji;	zal. na ocenę; egz.
Statystyka matematyczna II	6		- potrafi wyprowadzić wzory na rozwiązania podstawowe równań Laplace'a i ciepła na całej przestrzeni,	zal. na ocenę ćw. i lab.; egz.
Podstawy fizyki	6		- potrafi rozwiązać, z użyciem metody rozdzielonych zmiennych, równanie ciepła pręta i płyty z warunkiem początkowym oraz warunkami brzegowymi Dirichleta lub Neumanna;	zal. na ocenę; egz.
2 spośród matematycznych przedmiotów do wyboru dla studiów II stopnia (lista przedmiotów przygotowywana na każdy rok akademicki)	12		- potrafi rozwiązać równanie struny z użyciem metody rozdzielonych zmiennych; - potrafi wyprowadzić wzór na rozwiązanie równania transportu i wyprowadzić wzór d'Alemberta, - potrafi zastosować zasadę odbicia, metodę średnich sferycznych oraz metodę spadku zagadnień falowych,	zal. lub zal. na ocenę ćwiczeń; egz.

			<p>- potrafi sformułować i wyciągnąć podstawowe wnioski z twierdzenia Sobolewa o ciągłym włożeniu oraz twierdzenia Rellicha-Kondraszowa o zwartym włożeniu;</p> <p>- potrafi sformułować podstawowe twierdzenie rachunku wariacyjnego,</p> <p>- potrafi wykazać istnienie minimum funkcjonału stowarzyszonego z semi-liniowym zagadnieniem eliptycznym i wywnioskować stąd istnienie słabego rozwiązania,</p> <p>- potrafi znaleźć wartości własne operatora Laplace'a na iloczynach kartezyjskich odcinków,</p> <p>- potrafi wykorzystać własności spektralne operatora eliptycznego do rozwiązania liniowych zagadnień zależnych od czasu,</p> <p>- potrafi stosować w obliczeniach i rozumowaniach dowodowych twierdzenia o dywergencji, o zamianie zmiennych w całce, o całkowaniu po włóknach.</p> <p>4. Potrafi przygotować dane do analizy, wyznaczyć statystyki opisowe i przedstawić dane graficznie oraz przeprowadzić proste rozumowanie statystyczne. Posługuje się w tym zakresie przynajmniej jednym z dostępnych na rynku programów statystycznych.</p> <p>5. potrafi napisać i rozwiązać równania różniczkowe dla wybranych modeli fizycznych; potrafi wybrać spośród rozwiązań poprawnych matematycznie te, które spełniają warunki fizyczne.</p> <p>6. - potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i na piśmie, przedstawiać poprawne rozumowania matematyczne, formułować twierdzenia i definicje dotyczące wybranych dziedzin matematyki; opisuje własności poznanych pojęć, rozpoznaje relacje pomiędzy strukturami,</p> <p>- w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki.</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. potrafi myśleć analitycznie; umie precyzyjnie określić dane, problem do rozwiązania i metody do tego prowadzące oraz prowadzić rozumowanie według zasad logiki, 2. myśli twórczo i wybiera spośród poznanych jak najlepszą metodę rozwiązania problemu, 3. pracuje systematycznie i umie samodzielnie realizować</p>	
--	--	--	--	--

				uzgodnione cele; dotrzymuje terminów, 4. jest skłonny do współpracy z praktykami przy obróbce statystycznej danych, próbuje sformułować praktyczne problemy w języku matematycznym, a następnie wyrażać wnioski z analizy statystycznej w sposób zrozumiały dla laików, 5. poprzez obserwację i udział w eksperymentach demonstrowanych na wykładach, student ma świadomość wagi eksperymentu i konieczności nakładów na zakup aparatury naukowej w naukach ścisłych; potrafi współpracować w zespole, 6. dostrzega w otaczającym świecie możliwości opisu rzeczywistości w języku matematyki, 7. zdobytą wiedzę i umiejętności umie przekazać zarówno w formie pisemnej jak i ustnej.	
Moduł 3 Przedmioty specjalnościowe specjalności "zastosowania matematyki w ekonomii i finansach" MK-ZMEF	Łącznie	44	fakultatywny	Wiedza: 1. -zna przykłady modeli matematycznych opisujących wybrane, zachodzące w czasie, procesy ekonomiczne, - zna zależności między analizą jakościową różniczkowych i różnicowych równań zwyczajnych a zjawiskami ekonomicznymi, 2. - zna i rozumie pojęcie i własności potoku indukowanego przez równanie różniczkowe zwyczajne, - zna klasyfikację portretów fazowych równań różniczkowych w otoczeniu położenia równowagi, - zna warunki wystarczające istnienia i bifurkacji rozwiązań okresowych równań różniczkowych zwyczajnych, - ma opanowane pojęcia obszaru eliptycznego i hiperbolicznego oraz zna ich związki z indeksem izolowanego położenia równowagi równania różniczkowego. 3. - posiada podstawową wiedzę z zakresu analizy stochastycznej (m.in. zna pojęcie procesu Wienera, martyngału, całki stochastycznej Ito, zna wzór Ito, twierdzenie Girsanowa, wzór Kaca-Feynmana oraz podstawowe twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań równań stochastycznych Ito), - potrafi opisać klasyczny model Blacka-Scholesa rynku finansowego i zna podstawowe pojęcia dotyczące wyceny opcji typu europejskiego, zna podstawowe twierdzenia o wycenie takich opcji w modelu Blacka-Scholesa,	
	Analiza dynamiczna procesów ekonomicznych	6			zal. na ocenę; egz.
	Jakościowa teoria równań różniczkowych zwyczajnych	6			zal. na ocenę; egz.
	Modele ciągłe matematyki finansowej	6			zal. na ocenę; egz.
	Pracownia symulacji komputerowych	2			zal.
	Równania różniczkowe cząstkowe	6			zal. na ocenę; egz.

	<p>Rachunek prawdopodobieństwa II (Jeżeli na studiach I stopnia student uczestniczył w rozszerzonym kursie rachunku prawdopodobieństwa (zakres: 1000-M1RPR1 + 1000-M1RPRz), wybiera inny matematyczny przedmiot do wyboru)</p>	6		<p>- zna metody szacowania parametru zmienności w modelu Blacka-Scholesa (szacowanie na podstawie danych historycznych cen akcji oraz na podstawie rynkowych cen opcji) oraz metody numeryczne szacowania ceny sprawiedliwej (aproksymacja dwumianowa, metody Monte Carlo),</p> <p>4. – zna wybrane pakiety oprogramowania służące do obliczeń symbolicznych i numerycznych,</p> <p>5. - zna klasyfikację równań różniczkowych cząstkowych oraz równania różniczkowe cząstkowe spotykane w naukach przyrodniczych oraz modelach innych nauk (w ekonomii, technice),</p> <p>- posiada wiedzę dot. interpretacji równań transportu, równania ciepła, reakcji dyfuzji, równań struny i membrany, równania falowego,</p> <p>- zna metody rozwiązań podstawowych typów równań; zna pojęcia zbioru i funkcji Greena, słabego rozwiązania oraz przestrzeni Sobolewa i sposoby ich zastosowania,</p>	zal. na ocenę; egz.
	<p>2 spośród specjalizacyjnych przedmiotów do wyboru dla tej specjalności</p>	12		<p>- posiada ogólną wiedzę nt. związków teorii równań różniczkowych cząstkowych z innymi dziedzinami matematyki takimi jak analiza matematyczna, analiza funkcjonalna, topologia, teoria prawdopodobieństwa.</p> <p>6. zna podstawy rachunku prawdopodobieństwa w stopniu wystarczającym do opisu i analizy eksperymentu losowego i przeprowadzania prostego rozumowania statystycznego,</p> <p>7. zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z poznanych działów matematyki, objętych wybranymi przedmiotami specjalizacyjnymi; rozumie budowę teorii matematycznych, leżących u podstaw tych dziedzin.</p> <p>Umiejętności: 1. - posługuje się metodami równań różniczkowych i różnicowych w konstrukcji i analizie matematycznych modeli zjawisk ekonomicznych.</p> <p>- umie dostrzegać i interpretować struktury i własności topologiczne w zagadnieniach ekonomicznych,</p> <p>2. - analizuje i klasyfikuje portrety fazowe równań różniczkowych zwyczajnych,</p> <p>- stosuje metody linearyzacji do opisu struktury jakościowej portretu fazowego równania różniczkowego w otoczeniu położenia równowagi,</p>	zal. lub zal. na ocenę ćwiczeń; egz.

			<ul style="list-style-type: none"> - poprawnie orzeka istnienie (nieistnienie) i bifurkację rozwiązań okresowych równań różniczkowych, - bada stabilność rozwiązań równań różniczkowych zwyczajnych, - potrafi szacować liczbę obszarów eliptycznych i hiperbolicznych w otoczeniu izolowanego położenia równowagi planarnego równania różniczkowego, - przeprowadza analizę jakościową modeli matematycznych opisujących zjawiska naturalne. <p>3. - umie posługiwać się podstawowymi własnościami martyngałów i całki Ito w praktyce (np. umie sprawdzać, czy niektóre ważne procesy są martyngałami, umie wyliczać ich wariację kwadratową, umie wyliczać łączną wariację kwadratową dwóch procesów Ito, itp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - umie posługiwać się wzorem Ito (m. in. w oparciu o wzór Ito potrafi wyprowadzić wzory na rozwiązania stochastycznych równań liniowych typu multiplikatywnego) - potrafi podać interpretację ekonomiczną podstawowych typów kontraktów opcyjnych (opcje kupna i sprzedaży) i umie praktycznie je wycenić w klasycznym modelu Blacka-Scholesa (od wyznaczania parametrów modelu na podstawie ogólnie dostępnych danych aż do numerycznego przybliżenia ceny sprawiedliwej), - umie numerycznie zbadać wpływ zmian parametrów modelu i funkcji wypłaty na zmianę ceny sprawiedliwej opcji o tej funkcji wypłaty. <p>4. – umie wykorzystywać odpowiednie programy komputerowe do badania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - umie przeprowadzić analizę numeryczną prostych modeli matematyki finansowej. <p>5. - potrafi analizować i rozpoznawać (sklasyfikować) typy równań różniczkowych cząstkowych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - potrafi podać interpretację równania transportu, równań reakcji, równań struny i membrany, - potrafi rozwiązać quasi-liniowe równania pierwszego rzędu, - potrafi przejść do zmiennych biegunowych w równaniach Poissona, reakcji dyfuzji, membrany, - potrafi znaleźć funkcję Greena dla półpłaszczyzny i kuli, - rozwiązuje zagadnienia eliptyczne na prostokącie, kole i innych wybranych obszarach, które można sparametryzować za pomocą 	
--	--	--	---	--

			<p>iloczynu kartezyjskiego odcinków;</p> <ul style="list-style-type: none"> - potrafi stosować zasadę maksimum do szacowania wartości rozwiązania równań Poissona i reakcji dyfuzji; - potrafi wyprowadzić wzory na rozwiązania podstawowe równań Laplace'a i ciepła na całej przestrzeni, - potrafi rozwiązać, z użyciem metody rozdzielonych zmiennych, równanie ciepła pręta i płyty z warunkiem początkowym oraz warunkami brzegowymi Dirichleta lub Neumanna; - potrafi rozwiązać równanie struny z użyciem metody rozdzielonych zmiennych; - potrafi wyprowadzić wzór na rozwiązanie równania transportu i wyprowadzić wzór d'Alemberta, - potrafi zastosować zasadę odbicia, metodę średnich sferycznych oraz metodę spadku zagadnień falowych, - potrafi sformułować i wyciągnąć podstawowe wnioski z twierdzenia Sobolewa o ciągłym włożeniu oraz twierdzenia Rellicha-Kondraszowa o zwartym włożeniu; - potrafi sformułować podstawowe twierdzenie rachunku wariacyjnego, - potrafi wykazać istnienie minimum funkcjonału stowarzyszonego z semi-liniowym zagadnieniem eliptycznym i wywnioskować stąd istnienie słabego rozwiązania, - potrafi znaleźć wartości własne operatora Laplace'a na iloczynach kartezyjskich odcinków, - potrafi wykorzystać własności spektralne operatora eliptycznego do rozwiązania liniowych zagadnień zależnych od czasu, - potrafi stosować w obliczeniach i rozumowaniach dowodowych twierdzenia o dywergencji, o zamianie zmiennych w całce, o całkowaniu po włóknach. <p>6. - potrafi zbudować i przeanalizować model matematyczny eksperymentu losowego,</p> <ul style="list-style-type: none"> - potrafi podać praktyczne zastosowania podstawowych dyskretnych i ciągłych rozkładów prawdopodobieństwa, - umie posługiwać się pojęciem prawdopodobieństwa warunkowego, - potrafi wykorzystać twierdzenia graniczne i prawa wielkich liczb do szacowania prawdopodobieństw i parametrów rozkładów. <p>7. - potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i na piśmie, przedstawiać</p>	
--	--	--	---	--

				<p>poprawne rozumowania matematyczne, formułować twierdzenia i definicje dotyczące wybranych dziedzin matematyki; opisuje własności poznanych pojęć, rozpoznaje relacje pomiędzy strukturami,</p> <p>- potrafi teoretyczne zagadnienia wybranych dziedzin ekonomii i finansów wyrazić za pomocą modeli matematycznych; umie analizować te modele przy użyciu metod analitycznych, probabilistycznych lub statystycznych,</p> <p>- w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki.</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. potrafi myśleć analitycznie; umie precyzyjnie określić dane, problem do rozwiązania i metody do tego prowadzące oraz prowadzić rozumowanie według zasad logiki, 2. myśli twórczo i wybiera spośród poznanych jak najlepszą metodę rozwiązania problemu, 3. pracuje systematycznie i umie samodzielnie realizować uzgodnione cele; dotrzymuje terminów, 4. jest skłonny do współpracy z praktykami przy obróbce statystycznej danych, próbuje sformułować praktyczne problemy w języku matematycznym, a następnie wyrażać wnioski z analizy statystycznej w sposób zrozumiały dla laików, 5. dostrzega w otaczającym świecie możliwości opisu rzeczywistości w języku matematyki, 6. zdobytą wiedzę i umiejętności umie przekazać zarówno w formie pisemnej jak i ustnej.</p>	
<p>Moduł 4 Przedmioty specjalnościowe specjalności teoretycznej MK-TEO</p>	<p>Łącznie (Przedmioty matematyczne wskazane przez opiekuna indywidualnego programu studiów)</p>	<p>44</p>	<p>fakultatywny</p>	<p>Wiedza: 1. posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu wybranych dziedzin matematyki, dotyczącą również nowych osiągnięć naukowych; 2. zna i rozumie wybrane narzędzia algebraiczne, analityczne, topologiczne, probabilistyczne lub inne, wykorzystywane we współczesnej matematyce; 3. ma wystarczającą wiedzę ogólną, by zrozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań i dowody uzyskanych w tym zakresie twierdzeń.</p> <p>Umiejętności: 1. posiada umiejętność konstruowania rozumowań matematycznych: dowodzenia twierdzeń i doboru kontrprzykładów,</p>	

				<p>2. posiada umiejętność wyrażania treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze, również w formie artykułu naukowego,</p> <p>3. umie sprawdzić poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych,</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. potrafi myśleć analitycznie; umie precyzyjnie określić dane, problem do rozwiązania i metody do tego prowadzące oraz prowadzić rozumowanie według zasad logiki,</p> <p>2. myśli twórczo i wybiera spośród poznanych jak najlepszą metodę rozwiązania problemu,</p> <p>3. pracuje systematycznie i umie samodzielnie realizować uzgodnione cele; dotrzymuje terminów,</p> <p>4. nawiązuje i utrzymuje długotrwałą i efektywną współpracę z innymi; dąży do realizacji celów zespołu poprzez odpowiednie zaplanowanie i organizację pracy swojej i innych; motywuje współpracowników do zwiększenia wysiłku w celu osiągnięcia założonych celów,</p> <p>5. zdobytą wiedzę i umiejętności umie przekazać zarówno w formie pisemnej jak i ustnej.</p>	
<p>Moduł 5 Wykłady monograficzne MK-MON</p>	<p>Łącznie (za zgodą dziekana jako wykład monograficzny można uznać inny przedmiot wskazany przez opiekuna pracy magisterskiej o większej lub równej liczbie punktów)</p>	<p>11</p>	<p>fakultatywny</p>	<p>Wiedza: 1. ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej, w tym: zna klasyczne pojęcia i twierdzenia oraz ich dowody; jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań,</p> <p>2. zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej.</p> <p>Umiejętności: 1. w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki,</p> <p>2. 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,</p> <p>3. umie w pogłębiony sposób sformułować podstawowe problemy i wyniki wybranej dziedziny.</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. Jest nastawiony na nieustanne zdobywanie nowej wiedzy; widzi potrzebę ciągłego doskonalenia, zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego</p>	
	<p>Wykład monograficzny (cz.1)</p>	<p>5</p>			<p>zal. na "zal"</p>
	<p>Wykład monograficzny (cz.2)</p>	<p>6</p>			<p>egz.</p>

				kształcenia; rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z matematycznymi czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy.	
Moduł 6 Seminarium magisterskie MK-SEM	Łącznie (za zgodą dziekana jako seminarium magisterskie można uznać seminarium naukowe wskazane przez opiekuna pracy magisterskiej; łącznie liczba punktów za seminarium i przygotowanie do egzaminu magisterskiego (20 ECTS) nie może być niższa niż wskazana w tabeli)	11	fakultatywny	<p>Wiedza: ma pogłębioną wiedzę w wybranej dziedzinie matematyki teoretycznej lub stosowanej, w tym: zna klasyczne pojęcia i twierdzenia oraz ich dowody; jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań.</p> <p>Umiejętności: 1. posiada umiejętność konstruowania rozumowań matematycznych: dowodzenia twierdzeń i doboru kontrprzykładów, 2. posiada umiejętność wyrażania treści matematycznych w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze, potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanej rozprawy zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań, 3. umie sprawdzić poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, 4. umie 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, 5. potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach, zna podstawowe matematyczne czasopisma naukowe.</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. samodzielnie i efektywnie pracuje z dużą ilością danych, dostrzega zależności i poprawnie wyciąga wnioski posługując się zasadami logiki; potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania, 2. myśli twórczo w celu udoskonalenia istniejących bądź stworzenia nowych rozwiązań, 3. jest nastawiony na jak najlepsze wykonanie zadania; dba o szczegóły; jest systematyczny, 4. skutecznie przekazuje innym osiągnięcia matematyki w</p>	
	Seminarium magisterskie (cz.1)	5			zal. na "zal"
	Seminarium magisterskie (cz.2)	6			

				<p>zrozumiąły sposób; dostosowuje poziom i formę prezentacji do potrzeb i możliwości odbiorcy,</p> <p>5. pracuje systematycznie i ma pozytywne podejście do trudności stojących na drodze do realizacji założonego celu; dotrzymuje terminów; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter,</p> <p>6. zna i przestrzega zasady i normy obowiązujące matematyka, w tym normy etyczne; rozumie społeczną rolę zawodu matematyka; rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób,</p> <p>7. nawiązuje i utrzymuje długotrwałą i efektywną współpracę z innymi; dąży do realizacji celów zespołu poprzez odpowiednie zaplanowanie i organizację pracy swojej i innych; motywuje współpracowników do zwiększenia wysiłku w celu osiągnięcia założonych celów.</p>	
Moduł 7 Przedmioty do wyboru MK-PDW	Łącznie	12	fakultatywny	<p>Wiedza: 1. zna podstawowe pojęcia i twierdzenia z poznanych działów matematyki, nieobjętych przedmiotami obowiązkowymi; rozumie budowę teorii matematycznych, leżących u podstaw tych dziedzin.</p> <p>Umiejętności: 1. potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i na piśmie, przedstawiać poprawne rozumowania matematyczne, formułować twierdzenia i definicje dotyczące wybranych dziedzin matematyki; opisuje własności poznanych pojęć, rozpoznaje relacje pomiędzy strukturami,</p> <p>2. w wybranej dziedzinie potrafi przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki.</p> <p>Kompetencje społeczne: 1. jest nastawiony na nieustanne zdobywanie nowej wiedzy, umiejętności i doświadczeń; widzi potrzebę ciągłego doskonalenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych; zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze,</p> <p>2. myśli twórczo i wybiera spośród poznanych jak najlepszą metodę rozwiązania problemu,</p> <p>3. pracuje systematycznie i umie samodzielnie realizować uzgodnione cele; dotrzymuje terminów,</p>	zał. na "zał" lub na ocenę; egz.
	2 spośród matematycznych przedmiotów do wyboru dla studiów II stopnia (lista przedmiotów przygotowywana na każdy rok akademicki) W przypadku specjalności „Zastosowania matematyki w ekonomii i finansach” jeden z przedmiotów pochodzi z listy przedmiotów specjalizacyjnych dla tej specjalności.				

				4. zdobytą wiedzę i umiejętności umie przekazać zarówno w formie pisemnej jak i ustnej.	
Moduł 8 zajęcia ogólnouczelniane lub zajęcia oferowane na innym kierunku studiów MK-OU2	Łącznie	5	fakultatywny	W ramach modułu OU studenci zobowiązani są zrealizować zajęcia z obszaru nauk humanistycznych i obszaru nauk społecznych. Wiedza: zna zagadnienia objęte wybranym przedmiotem. Rozumie w podstawowym zakresie problematykę i metodykę dyscypliny naukowej, której przedmiot dotyczy. Umiejętności: 1. posługuje się podstawowymi pojęciami dyscypliny naukowej właściwej dla wybranego przedmiotu, 2. dostrzega podobieństwa i różnice między przedmiotem badań i metodami matematyki i wybranej dyscypliny. Kompetencje społeczne: jest nastawiony na nieustanne zdobywanie nowej wiedzy, zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia.	zal. lub zal. na ocenę lub egz.
		5			
Moduł 9 Przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu magisterskiego MK-PDO	Łącznie	20	fakultatywny	Wiedza: 1. ma rozszerzoną wiedzę na temat pojęć i twierdzeń z poznanych działów matematyki, 2. zna podstawowe przykłady zarówno ilustrujące konkretne pojęcia matematyczne, jak i pozwalające obalić błędne hipotezy lub nieuprawnione rozumowania, Umiejętności: 1. potrafi w sposób zwięzły zaprezentować posiadaną wiedzę i umiejętności, 2. potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanej rozprawy zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań, Kompetencje społeczne: 1. w pełni samodzielnie realizuje uzgodnione cele, podejmując samodzielne i czasami trudne decyzje;	

				<p>potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze,</p> <p>2. skutecznie przekazuje innym osiągnięcia matematyki w zrozumiały sposób; dostosowuje poziom i formę prezentacji do potrzeb i możliwości odbiorcy,</p> <p>3. pracuje systematycznie i ma pozytywne podejście do trudności stojących na drodze do realizacji założonego celu; dotrzymuje terminów; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter.</p>	
	Razem	120			

Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS

Moduły kształcenia	Przedmioty	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych	Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych, do których odnoszą się efekty kształcenia dla określonego kierunku, poziomu i profilu kształcenia
Moduł 1 Podstawowy MK-P	Łącznie	18		18
	Analiza zespolona	6		
	Analiza funkcjonalna	6		
	Topologia	6		
Moduł 2 Przedmioty specjalnościowe specjalności "zastosowania matematyki" MK-ZM	Łącznie	43		43
	Metody numeryczne	7		
	Rachunek prawdopodobieństwa II	6		
	Równania różniczkowe cząstkowe	6		
	Statystyka matematyczna II	6		

	Podstawy fizyki	6		
	2 spośród matematycznych przedmiotów do wyboru dla studiów II stopnia	12		
Moduł 3 Przedmioty specjalnościowe specjalności "zastosowania matematyki w ekonomii i finansach" MK-ZMEF	Łącznie	44		44
	Analiza dynamiczna procesów ekonomicznych	6		
	Jakościowa teoria równań różniczkowych zwyczajnych	6		
	Modele ciągłe matematyki finansowej	6		
	Pracownia symulacji komputerowych	2		
	Równania różniczkowe cząstkowe	6		
	Rachunek prawdopodobieństwa II	6		
	2 spośród specjalizacyjnych przedmiotów do wyboru dla tej specjalności	12		
Moduł 4 Przedmioty specjalnościowe specjalności teoretycznej MK-TEO		44		44
Moduł 5 Wykłady monograficzne MK-MON		11		11
Moduł 6 Seminarium magisterskie MK-SEM		11		11
Moduł 7 Przedmioty do wyboru MK-PDW		12		12

Moduł 8 zajęcia ogólnouczelniane lub zajęcia oferowane na innym kierunku studiów MK-OU2		5		
Moduł 9 Przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu magisterskiego MK-PDO			20	20
	Razem:	101 (100 – spec. zastosowania matematyki)	Zależnie od specjalności	116 (115 – spec. zastosowania matematyki)
Wymiar % liczby punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach z obszarów nauk humanistycznych i społecznych:	4% (5 punktów ECTS)			
Wymiar % liczby punktów ECTS, którą student uzyskuje na skutek wyboru modułów kształcenia:	85%			
Procentowy udział liczby punktów ECTS, które student uzyskuje realizując moduły zajęć powiązane z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki lub sztuki związanej z tym kierunkiem studiów służące zdobywaniu przez studenta pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych (dotyczy profilu ogólnoakademickiego)	96% (moduły 1- 7 i 9)			

Program zatwierdzony przez Radę Wydziału Matematyki i Informatyki dnia 22 kwietnia 2015 r.
Obowiązuje od roku akademickiego 2015/16.