



**Politechnika Śląska**  
**Wydział Matematyki Stosowanej**

# **Program kształcenia**

dla kierunku

# **Matematyka**

studia II stopnia  
niestacjonarne  
profil ogólnoakademicki

Gliwice 2018

Zatwierdzono przez Radę Wydziału Matematyki Stosowanej w dniu 25 kwietnia 2018 r.

## Spis treści

1. Ogólna charakterystyka studiów .....	4
2. Efekty kształcenia .....	6
3. Program studiów .....	10
Opis modułów kształcenia: .....	10
Logika i podstawy matematyki .....	12
Analiza matematyczna .....	14
Topologia .....	16
Algebra z zastosowaniami .....	17
Modelowanie i symulacja stochastyczna .....	18
Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe .....	20
Moduł przedmiotów informatyczno-technicznych .....	21
Analiza funkcjonalna .....	23
Moduł przedmiotów humanistyczno-ekonomiczno-społecznych .....	25
Język obcy .....	27
Praca dyplomowa .....	28
Moduł przedmiotów specjalnościowych .....	30
Moduł przedmiotów ograniczonego wyboru .....	35
Moduł przedmiotów swobodnego wyboru .....	37
Matryca efektów kształcenia: .....	39
Plan studiów: .....	41
Zasady prowadzenia procesu dyplomowania: .....	43
4. Wykaz nauczycieli akademickich tworzących minimum kadrowe dla kierunku Matematyka na II stopniu kształcenia .....	44
5. Dodatkowe informacje .....	44

## 1. Ogólna charakterystyka studiów

- a) kierunek studiów: **Matematyka**
- b) poziom kształcenia: **studia II stopnia**
- c) profil kształcenia: **ogólnoakademicki**
- d) tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta: **magister**
- e) związek z misją Uczelni i jej strategią rozwoju:

Program kształcenia na kierunku Matematyka na Wydziale Matematyki Stosowanej został utworzony, aby jak najgłębiej wpisać się w misję Politechniki Śląskiej oraz w pełni realizować jej cele strategiczne.

Misją Politechniki Śląskiej jest:

- kształcenie na najwyższym poziomie,
- być jedną z najlepszych i wiodących politechnik w Polsce, gdzie edukacja przyszłych inżynierów oparta jest na nowoczesnym europejskim planie studiów,
- spełniać cele i wymogi narodowe i międzynarodowe w ramach Unii Europejskiej,
- prowadzić badania naukowe na najwyższym poziomie,
- być otwartą na szeroką współpracę międzynarodową, szczególnie w kontekście umiędzynarodowienia większości aspektów ludzkiej działalności.

Zgodnie z programem działania zawartym w dokumencie „Politechnika Śląska – innowacyjne centrum kształcenia i nauki w Europejskim Obszarze Szkolnictwa Wyższego” realizacja misji Politechniki Śląskiej jest możliwa poprzez osiągnięcie następujących celów strategicznych:

- W obszarze kształcenia należy dążyć do ustawicznego podnoszenia jakości kształcenia i utrzymania procesu kształcenia na najwyższym poziomie oraz do poszerzania oferty edukacyjnej, tak aby Uczelnia zajęła znaczącą pozycję w Europejskim Obszarze Szkolnictwa Wyższego.
- W obszarze badań naukowych należy dążyć do zwiększania udziału projektów finansowanych ze środków europejskich i finansowanych przez przemysł oraz do zwiększania udziału w europejskich programach badawczych, tak aby Uczelnia uzyskała status innowacyjnego centrum kształcenia i nauki.
- W obszarze zarządzania Uczelnią należy dążyć do usprawnienia obsługi studentów na wydziałach, obsługi projektów badawczych i działalności administracji Uczelni, m.in. przez kompleksową informatyzację Uczelni oraz pełne wdrożenie Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia, tak aby uzyskać pełne zadowolenie studentów i pracowników z funkcjonowania Uczelni.

Funkcjonowanie Wydziału Matematyki Stosowanej skierowane jest na działania mające na celu dążenie do sformułowanych w Politechnice Śląskiej celów strategicz-

nych we wszystkich wspomnianych obszarach, dzięki czemu możliwa będzie realizacja misji Wydziału, w pełni wpisująca się w misję całej uczelni.

f) obszar: obszar wiodący: **nauki ścisłe**, pomocniczy: **nauki techniczne**

g) dziedziny nauki, do których odnoszą się efekty kształcenia:

**nauki matematyczne**, dyscyplina naukowa – **matematyka** (wiodąca)

**nauki techniczne**, dyscypliny naukowe – **informatyka, mechanika**

h) wymagania wstępne (oczekiwane kompetencje kandydata):

Osoba ubiegająca się o przyjęcie na studia drugiego stopnia na kierunku Matematyka powinna spełniać wymagania określone w odpowiedniej Uchwale Senatu Politechniki Śląskiej.

## 2. Efekty kształcenia

### a) zakładane efekty kształcenia

Efekty kształcenia zostały opracowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016, z uwzględnieniem charakterystyk pierwszego i drugiego stopnia dla kwalifikacji na poziomie 7 Polskiej Ramy Kwalifikacji, określonych w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz. U. z 2016 r. poz. 64, z późn. zm.).

Objaśnienie oznaczeń:

<b>K2A</b>	–	kierunkowe efekty kształcenia dla studiów II stopnia
<b>W</b>	–	kategoria wiedzy
<b>U</b>	–	kategoria umiejętności
<b>K</b>	–	kategoria kompetencji społecznych
<b>01, 02 i kolejne</b>	–	numer efektu kształcenia

Nazwa kierunku studiów: <b>Matematyka</b>	
Poziom kształcenia: <b>studia II stopnia</b>	
Profil kształcenia: <b>ogólnoakademicki</b>	
Symbol	Zakładane efekty kształcenia
<b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>	
<b>K2A_W01</b>	najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki
<b>K2A_W02</b>	rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych
<b>K2A_W03</b>	wybraną dziedzinę matematyki: 1) zna większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody
<b>K2A_W04</b>	2) jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań
<b>K2A_W05</b>	3) zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej
<b>K2A_W06</b>	zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i dostrzega ich ograniczenia
<b>K2A_W07</b>	podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych i technicznych
<b>K2A_W08</b>	metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane (np. technologie przemysłowe, zarządzanie itp.)
<b>K2A_W09</b>	podstawowe metody eksploracji danych
<b>K2A_W10</b>	podstawy programowania obiektowego

Symbol	Zakładane efekty kształcenia
K2A_W11	matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w naukach technicznych, ekonomii, programowaniu i szeroko rozumianej informatyce
K2A_W12	elementy teorii grafów i ich przykładowe zastosowania informatyczne i techniczne
K2A_W13	co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych
K2A_W14	język angielski na poziomie średnio zaawansowanym (B2) oraz inny język obcy na poziomie wystarczającym do czytania literatury fachowej
K2A_W15	zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka
K2A_W16	uwarunkowania prawne i etyczne związanych z działalnością naukową i dydaktyczną
K2A_W17	podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej
K2A_W18	ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości wykorzystujące wiedzę z matematyki
K2A_W19	cykle życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych
<b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>	
K2A_U01	konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów
K2A_U02	wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze
K2A_U03	dostrzegać struktury formalne w zagadnieniach matematycznych związanych z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności
K2A_U04	swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym (w szczególności całką krzywoliniową i powierzchniową), elementami analizy zespolonej i fourierowskiej
K2A_U05	orientować się w metodach rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych i stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych
K2A_U06	korzystać z konstrukcji miary i całki Lebesgue'a oraz stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych
K2A_U07	rozpoznawać struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; a także wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń

Symbol	Zakładane efekty kształcenia
K2A_U08	posługiwać się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystywać własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta
K2A_U09	stosować metody algebraiczne w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych
K2A_U10	zaprezentować podstawowe rozkłady probabilistyczne i ich własności; jak również stosować je w zagadnieniach praktycznych
K2A_U11	orientować się w podstawach statystyki (zagadnienia estymacji i testowanie hipotez) oraz w podstawach statystycznej obróbki danych
K2A_U12	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
K2A_U13	w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki
K2A_U14	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
K2A_U15	konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki
K2A_U16	rozpoznawać struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych
K2A_U17	stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk, przeprowadzania ich symulacji i analizy ich ewolucji
K2A_U18	rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów i procesów obliczeniowych
K2A_U19	konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych
K2A_U20	wykorzystać w praktyce poznane metody eksploracji danych
K2A_U21	zastosować elementy programowania obiektowego w praktyce
<b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b>	
K2A_K01	uznania ograniczeń własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia
K2A_K02	precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania
K2A_K03	pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter



Symbol	Zakładane efekty kształcenia
<b>K2A_K04</b>	docenienia znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie
<b>K2A_K05</b>	zrozumienia potrzeby popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej
<b>K2A_K06</b>	samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych
<b>K2A_K07</b>	formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych
<b>K2A_K08</b>	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy

- b) tabela pokrycia efektów kształcenia prowadzącego uzyskania do kompetencji inżynierskich przez efekty kształcenia dla kierunku studiów: **nie dotyczy**.

### 3. Program studiów

Opis programu studiów został opracowany w oparciu o Uchwałę nr VII/64/16/17 Senatu Politechniki Śląskiej z dnia 27 marca 2017.

- a) forma studiów: **studia niestacjonarne**
- b) liczba semestrów: **4**; liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji (tytułu magistra): **120**
- c) w przypadku programu studiów dla kierunku przyporządkowanego do więcej niż jednego obszaru kształcenia — procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdego z tych obszarów w łącznej liczbie punktów ECTS:

**obszar nauk ścisłych – 67,9%**

**obszar nauk technicznych – 32,1%**

Procentowy udział punktów ECTS obliczony został na podstawie łącznej liczby punktów z obu obszarów kształcenia, bez uwzględnienia przedmiotów humanistycznych, ekonomicznych i społecznych oraz języków obcych.

- d) opis modułów kształcenia:

Opis każdego modułu, oprócz oznaczenia i pełnej nazwy, zawiera dwie tabele.

W tabeli zatytułowanej „Przedmioty wchodzące w skład modułu” znajdują się podstawowe dane o każdym przedmiocie. Znaczenie etykiet poszczególnych kolumn jest następujące:

- **Kod** – skrót nazwy przedmiotu, wykorzystywany w następnej tabeli
- **Nazwa przedmiotu** – nazwa przedmiotu zgodnie z programem studiów
- **Sem** – numer semestru studiów, na którym realizowany jest dany przedmiot
- **Egz/Zal** – forma zaliczenia przedmiotu zgodnie z programem studiów, przy czym **E** oznacza egzamin, a **Z** – zaliczenie
- **Liczba godzin** – liczba godzin zajęć realizowanych w ramach danego przedmiotu, w tym: **Σ** (łącznie), **W** (wykłady), **Ć** (ćwiczenia), **L** (laboratorium), **S** (seminarium), **Sd** (seminarium dyplomowe), **Le** (lektorat)
- **Punkty ECTS** – liczba punktów ECTS, w tym:
  - **Σ** – łączna liczba punktów ECTS uzyskanych w ramach danego przedmiotu
  - **K** – liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego (tzw. godziny kontaktowe)
  - **S** – współczynnik S (patrz: A. Kraśniewski, Jak przygotowywać programy kształcenia zgodnie z wymaganiami wynikającymi z Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego? str. 76). Współczynnik S jest sumą wartości analogicznych wskaźników określonych dla wszystkich modułów kształcenia składających się na ten program kształcenia. Wartość wskaźnika określającego, jaka część programu kształcenia jest realizowana w postaci zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich,

wyznaczamy dzieląc S przez liczbę punktów ECTS przyporządkowanych rozpatrywanemu programowi kształcenia

- **P** – liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty)
- **M** – liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauk matematycznych
- **T** – liczba punktów ECTS przypisanych do obszaru nauk technicznych w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinach informatyka, mechanika
- **O** – liczba punktów ECTS z zajęć ogólnouczeniowych

Ostatni wiersz tabeli zawiera stosowne podsumowania.

W tabeli zatytułowanej „Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji” zostały wyszczególnione wszystkie efekty kształcenia realizowane w ramach danego modułu z rozbiciem na przedmioty oraz sposób weryfikacji tych efektów. Liczba plusów w kolumnach etykietowanych kodami przedmiotów odzwierciedla stopień realizacji danego efektu na danym przedmiocie. Efekty kształcenia realizowane w ramach poszczególnych przedmiotów zawarte są w kartach przedmiotów, które stanowią załącznik do niniejszego programu kształcenia. Karty przedmiotów są przygotowywane co roku i ogłaszane na stronie Wydziału.

Zasady oceny reguluje procedura SZJK-a nr P-RMS-4. Warunkiem koniecznym zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich efektów kształcenia wskazanych w karcie przedmiotu i programie kształcenia. Zaleca się uznanie osiągnięcia efektu kształcenia przy uzyskaniu 30% punktów związanych ze sprawdzaniem efektu, jeżeli ocena efektu kształcenia jest uzyskiwana poprzez ocenę pracy pisemnej.

Zaleca się stosowanie następującego systemu ustalania oceny końcowej: Ocena z przedmiotu jest funkcją sumy punktów (w skali 0-100) uzyskanych z zajęć (aktywność na zajęciach, odpowiedzi ustne, sprawdziany, frekwencja), kolokwiów, egzaminów i projektów. Zasady podziału punktów na poszczególne kategorie ustala prowadzący przedmiot i podaje studentom na pierwszych zajęciach oraz w karcie przedmiotu. Ocena końcowa, przy dodatkowym warunku osiągnięcia wszystkich efektów kształcenia, ustalana jest według następującej tabeli:

Liczba punktów	Ocena wpisywana	Ocena w ECTS
91-100	(5.0) bardzo dobry	A
81-90	(4.5) dobry plus	B
71-80	(4.0) dobry	C
56-70	(3.5) dostateczny plus	D
41-55	(3.0) dostateczny	E
0-40	(2.0) niedostateczny	F

Prowadzący przedmiot po uzgodnieniu z Dziekanem może ustalić inne zasady zaliczania przedmiotu przed rozpoczęciem semestru.

Moduł: **LPM**

Nazwa modułu: **Logika i podstawy matematyki**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
Log	Logika i podstawy matematyki	1	E	36	18	18	5	2	5	1	5	0	0
łącznie				36	18	18	5	2	5	1	5	0	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Ujęcie syntaktyczne, semantyczne i aksjomatyczne klasycznego rachunku zdań i predykatów; teoria formalna, model, dowód, konsekwencja; własności metalogiczne teorii formalnych – niesprzeczność, zupełność; arytmetyka Peano; podstawy teorii algorytmów – maszyny Turinga, funkcje rekurencyjne, rozstrzygalność; aksjomatyzacja teorii mnogości, liczby kardynalne i porządkowe.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	Log	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_W02:</b> rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_W11:</b> matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w naukach technicznych, ekonomii, programowaniu i szeroko rozumianej informatyce	+	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+++	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	kolokwium, egzamin

Efekt kształcenia	Log	Weryfikacja
<b>K2A_U03:</b> dostrzegać struktury formalne w zagadnieniach matematycznych związanych z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	+	egzamin
<b>K2A_U07:</b> rozpoznawać struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; a także wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń	+	kolokwium, egzamin

Moduł: **ANA**

Nazwa modułu: **Analiza matematyczna**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
AM1	Analiza matematyczna I	1	E	54	27	27	6	3	6	0	6	0	0
AM2	Analiza matematyczna II	2	E	36	18	18	5	2	5	0	5	0	0
Łącznie				90	45	45	11	5	11	0	11	0	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Całki krzywoliniowe i powierzchniowe zorientowane i niezorientowane oraz związek między nimi i ich zastosowania. Wzory Greena, Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa. Funkcje zespolone, odwzorowania zbiorów płaskich, granica i ciągłość funkcji. Różniczkowalność funkcji zmiennej zespolonej, reguły różniczkowania. Odwzorowania konforemne: liniowe, inwersja, homografia. Ciągi i szeregi funkcyjne. Symetria względem okręgu. Okręgi Apolonia. Szeregi potęgowe, promień zbieżności. Funkcje  $e^z$ ,  $\cos z$ ,  $\sin z$ . Wzór Eulera. Logarytm i potęga. Całki zespolone.

Rozwijalność funkcji analitycznej w szereg potęgowy. Szeregi Laurenta. Punkty osobliwe odosobnione. Funkcje meromorficzne. Residuum funkcji, obliczanie residuów, zastosowanie do obliczania całek. Przekształcenie Laplace'a i jego zastosowanie do znajdowania rozwiązań pewnych klas równań różniczkowych i różniczkowo-całkowych. Funkcje rzeczywiste o wahaniu skończonym, własności wahan. Rozkład kanoniczny Jordana. Całki Riemanna-Stieltjesa, wybrane twierdzenia o istnieniu całek oraz ich oszacowaniu i podstawowych własnościach. Aproksymacja funkcji ciągłych przez wielomiany. Moduł ciągłości funkcji i jego własności. Aproksymacja wielomianami Bernsteina. Twierdzenia Weierstrassa, Bernsteina. Miara zbiorów na prostej. Zbiory mierzalne. Funkcje mierzalne. Całka Henstocka-Kurzweila i Lebesgue'a.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	AM1	AM2	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>			
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	++	++	kolokwium, egzamin
<b>Absolwent potrafi</b>			
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	+	kolokwium, egzamin

Efekt kształcenia	AM1	AM2	Weryfikacja
<b>K2A_U03:</b> dostrzegać struktury formalne w zagadnieniach matematycznych związanych z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	+	+	egzamin
<b>K2A_U04:</b> swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym (w szczególności całką krzywoliniową i powierzchniową), elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	+++	+++	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U06:</b> korzystać z konstrukcji miary i całki Lebesgue'a oraz stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych		+++	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U16:</b> rozpoznawać struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych	+	+	egzamin

Moduł: **TOP**

Nazwa modułu: **Topologia**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				$\Sigma$	W	Ć	$\Sigma$	K	S	P	M	T	O
Top	Topologia	1	Z	36	18	18	5	2	5	0	5	0	0
Łącznie				36	18	18	5	2	5	0	5	0	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Przestrzenie topologiczne. Zbiory otwarte i domknięte, operacje wnętrza i domknięcia, zbieżność ciągów w przestrzeniach topologicznych. Baza przestrzeni topologicznej, baza w punkcie. Topologia przestrzeni metrycznej. Metryzowalność. Przestrzenie ośrodkowe. Przekształcenia ciągłe i homeomorfizmy. Aksjomaty oddzielania. Operacje na przestrzeniach topologicznych: podprzestrzeń, iloczyn kartezjański. Zwarte przestrzenie topologiczne i ich własności. Spójność, składowe, zbiory rozspajające. Własności przestrzeni zachowywane przez przekształcenia ciągłe i homeomorfizmy.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	Top	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium
<b>K2A_W02:</b> rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	+	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	kolokwium
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	kolokwium
<b>K2A_U07:</b> rozpoznawać struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; a także wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń	+++	kolokwium



Moduł: **ALG**

Nazwa modułu: **Algebra z zastosowaniami**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
Alg	Algebra z zastosowaniami	2	Z	36	18	18	4	2	4	0	2	2	0
łącznie				36	18	18	4	2	4	0	2	2	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Grupy, kody korekcyjne i kodowanie grupowe. Kody wielomianowe. Kod Hamminga. Ciąła skończone. Kody BCH. Kryptografia. Podstawowe protokoły kryptograficzne. Problem faktoryzacji i kryptoanaliza RSA. Maszyny Turinga i obliczalność. Złożoność obliczeniowa. Złożoność obliczeniowa problemów algebraicznych.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	Alg	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium
<b>K2A_W11:</b> matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w naukach technicznych, ekonomii, programowaniu i szeroko rozumianej informatyce	++	kolokwium
<b>K2A_W12:</b> elementy teorii grafów i ich przykładowe zastosowania informatyczne i techniczne	++	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	kolokwium
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	kolokwium
<b>K2A_U09:</b> stosować metody algebraiczne w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych	+++	kolokwium
<b>K2A_U16:</b> rozpoznawać struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych	+	kolokwium
<b>K2A_U18:</b> stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk, przeprowadzania ich symulacji i analizy ich ewolucji	+	kolokwium

Moduł: **MOD**

Nazwa modułu: **Modelowanie i symulacja stochastyczna**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin				Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	L	Σ	K	S	P	M	T	O
Mod	Modelowanie i symulacja stochastyczna	1	Z	36	18	9	9	5	2	5	3	4	1	0
Łącznie				36	18	9	9	5	2	5	3	4	1	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Podstawy teorii procesów stochastycznych. Proces Poissona i jego własności. Proces odnowy i równanie odnowy. Łańcuchy Markowa z czasem dyskretnym i ciągłym. Podstawowe modele kolejkowe. Podstawowe metody symulacji zmiennych losowych oraz wybranych procesów stochastycznych.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	Mod	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium
<b>K2A_W07:</b> podstawy modelowania stochastycznego w matematyce finansowej i aktuarialnej lub w naukach przyrodniczych i technicznych	+++	projekt
<b>K2A_W13:</b> co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych	+	projekt
<b>K2A_W15:</b> zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka	+	oświadczenie
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U10:</b> zaprezentować podstawowe rozkłady probabilistyczne i ich własności, jak również stosować je w zagadnieniach praktycznych	+++	kolokwium
<b>K2A_U11:</b> orientować się w podstawach statystyki (zagadnienia estymacji i testowanie hipotez) oraz w podstawach statystycznej obróbki danych	+++	kolokwium
<b>K2A_U15:</b> konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki	++	projekt
<b>K2A_U17:</b> stosować procesy stochastyczne jako narzędzie do modelowania zjawisk, przeprowadzania ich symulacji i analizy ich ewolucji	+++	projekt

Efekt kształcenia	Mod	Weryfikacja
<b>Absolwent jest gotów do</b>		
<b>K2A_K03:</b> pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	+	projekt

Moduł: **RWR**

Nazwa modułu: **Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
RwR	Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe	2	E	36	18	18	5	2	5	0	4	1	0
łącznie				36	18	18	5	2	5	0	4	1	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Równania różniczkowe zwyczajne w postaci normalnej, twierdzenia o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań. Pewne równania rozwiązywalne za pomocą kwadratur i szeregów potęgowych. Równania i układy równań różniczkowych liniowych o stałych współczynnikach. Układy równań różniczkowych w postaci symetrycznej. Równania różniczkowe cząstkowe rzędu pierwszego. Równania różniczkowe cząstkowe rzędu drugiego dla funkcji dwu zmiennych. Problemy początkowe i początkowo-brzegowe dla klasycznych równań fizyki matematycznej.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	RwR	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium, egzamin
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U05:</b> orientować się w metodach rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych i stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych	+++	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U15:</b> konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U16:</b> rozpoznawać struktury matematyczne (np. algebraiczne, geometryczne) w teoriach fizycznych	+	kolokwium, egzamin

Moduł: **PIT**

Nazwa modułu: **Moduł przedmiotów informatyczno-technicznych**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin				Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	L	Σ	K	S	P	M	T	O
POb	Programowanie obiektowe	2	Z	36	18		18	3	1	3	3	1	2	0
MED	Metody eksploracji danych	2	E	36	18	9	9	5	1	4	1	1	4	0
MNT	Metody numeryczne w technice	3	Z	36	18		18	4	2	4	2	1	3	0
łącznie				108	54	9	45	12	4	11	6	3	9	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Paradygmaty programowania obiektowego: hermetyzacja, dziedziczenie i polimorfizm. Wprowadzenie do programowania obiektowego w oparciu o platformę .NET i język C#. Definiowanie klas: konstruktory, pola, właściwości, metody, operatory, indeksatory, składowe statyczne, metody przeciążone. Klasa bazowa i klasa pochodna. Klasy abstrakcyjne, interfejsy. Mechanizm zdarzeń.

Reguły asocjacyjne, ich klasyfikacja i wykrywanie. Metody wykrywania wzorców sekwencji. Wybrane algorytmy klasyfikacji obiektów. Przegląd algorytmów grupowania. Podstawy teorii redukcji wymiaru.

Zaawansowane metody rozwiązywania zadania Cauchy'ego oraz zagadnień brzegowych. Metody wielokrokowe Adamsa-Bashfortha i Adamsa-Moultona. Metody predyktor-korektor. Metoda różnic skończonych oraz metoda elementu skończonego dla zadań jednowymiarowych oraz dwuwymiarowych. Wybrane metody przybliżone równań całkowych. Wybrane metody poszukiwania minimum funkcji.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	POb	MED	MNT	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>				
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	+	+	kolokwium
<b>K2A_W06:</b> zaawansowane techniki obliczeniowe, wspomagające pracę matematyka i dostrzega ich ograniczenia	+	+	+++	projekt
<b>K2A_W08:</b> metody numeryczne stosowane do znajdowania przybliżonych rozwiązań zagadnień matematycznych (na przykład równań różniczkowych) stawianych przez dziedziny stosowane (np. technologie przemysłowe, zarządzanie itp.)			+++	kolokwium , projekt

Efekt kształcenia	POb	MED	MNT	Weryfikacja
<b>K2A_W09:</b> podstawowe metody eksploracji danych		+++		kolokwium, egzamin
<b>K2A_W10:</b> podstawy programowania obiektowego	+++			projekt
<b>K2A_W13:</b> co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych i jeden pakiet do statystycznej obróbki danych	+		+	projekt
<b>K2A_W15:</b> zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka	+	+	+	oświadczenie
<b>K2A_W19:</b> cykle życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych	+		+	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>				
<b>K2A_U05:</b> orientować się w metodach rozwiązywania klasycznych równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych i stosować je w typowych zagadnieniach praktycznych			+	projekt
<b>K2A_U09:</b> stosować metody algebraiczne w rozwiązywaniu problemów z różnych działów matematyki i zadań praktycznych			+	projekt
<b>K2A_U15:</b> konstruować modele matematyczne, wykorzystywane w konkretnych zaawansowanych zastosowaniach matematyki		+	++	projekt
<b>K2A_U18:</b> rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów i procesów obliczeniowych		+	++	kolokwium , projekt
<b>K2A_U19:</b> konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych	+	+	+++	projekt
<b>K2A_U20:</b> wykorzystać w praktyce poznane metody eksploracji danych		+++		kolokwium, egzamin
<b>K2A_U21:</b> zastosować elementy programowania obiektowego w praktyce	+++			projekt

Moduł: **ANF**

Nazwa modułu: **Analiza funkcjonalna**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
AnF	Analiza funkcjonalna	2	Z	36	18	18	4	2	4	0	4	0	0
Łącznie				36	18	18	4	2	4	0	4	0	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Pojęcie normy i przestrzeni unormowanej, zupełność przestrzeni unormowanej – przestrzenie Banacha. Przykłady przestrzeni Banacha – przestrzeń funkcji ciągłych, przestrzenie ciągów, przestrzenie  $L^p$ . Operatory liniowe na przestrzeniach Banacha - związek ciągłości z ograniczonością, norma operatora. Przykłady operatorów ograniczonych na konkretnych przestrzeniach Banacha. Przestrzeń operatorów liniowych i ciągłych. Twierdzenie o domkniętym wykresie i twierdzenie o operatorze odwrotnym. Twierdzenie Banacha-Steinhaus'a. Funkcjonały na przestrzeniach unormowanych. Przestrzeń sprzężona. Postać funkcyjna liniowego i ciągłego na konkretnych przestrzeniach Banacha. Twierdzenie Hahna-Banacha. Iloczyn skalarny, przestrzeń unitarna – nierówność Schwarz'a. Przestrzenie Hilberta. Twierdzenie Riesz'a o zbiorze wypukłym w przestrzeni Hilberta, operator rzutowania, postać funkcyjna liniowego na przestrzeni Hilberta. Układy ortonormalne w przestrzeniach Hilberta – szeregi Fouriera, nierówność Bessela, tożsamość Parsewala, układy ortogonalne zupełne. Podstawowe własności operatorów ograniczonych na przestrzeniach Hilberta.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	AnF	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>		
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	kolokwium
<b>K2A_W02:</b> rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	+	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>		
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	kolokwium
<b>K2A_U04:</b> swobodnie posługiwać się narzędziami analizy, w tym rachunkiem różniczkowym i całkowym (w szczególności całką krzywoliniową i powierzchniową), elementami analizy zespolonej i fourierowskiej	+	kolokwium

Efekt kształcenia	AnF	Weryfikacja
<b>K2A_U06:</b> korzystać z konstrukcji miary i całki Lebesgue'a oraz stosować pojęcia teorii miary w typowych zagadnieniach teoretycznych i praktycznych	+	kolokwium
<b>K2A_U07:</b> rozpoznawać struktury topologiczne w obiektach matematycznych występujących np. w geometrii lub analizie matematycznej; a także wykorzystać podstawowe własności topologiczne zbiorów, funkcji i przekształceń	+	kolokwium
<b>K2A_U08:</b> posługiwać się językiem oraz metodami analizy funkcjonalnej w zagadnieniach analizy matematycznej i jej zastosowaniach, w szczególności wykorzystywać własności klasycznych przestrzeni Banacha i Hilberta	+++	kolokwium



Moduł: **HES**

Nazwa modułu: **Moduł przedmiotów humanistyczno-ekonomiczno-społecznych**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć	Σ	K	S	P	M	T	O
Eko	Ekonomia	1	Z	36	18	18	5	2	5	0	1	0	4
SWI	Szkolenie w zakresie własności intelektualnej	1-4	Z	2	2		0	0	0	0	0	0	0
SEt	Szkolenie w zakresie etyki	1-4	Z	2	2		0	0	0	0	0	0	0
BHP	Szkolenie BHP	1-4	Z	2	2		0	0	0	0	0	0	0
łącznie				42	24	18	5	2	5	0	1	0	4

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Podstawowe zagadnienia mikroekonomii i makroekonomii. Teoria rynku: istota popytu oraz podaży. Czynniki wpływające na popyt oraz podaż. Elastyczność cenowa popytu oraz podaży. Równowaga rynkowa. Struktury rynkowe. Podstawy teorii przedsiębiorstwa: analiza kosztów i utargów. Wyznaczanie maksymalnego zysku przedsiębiorstwa. Podstawowe pojęcia związane z finansami przedsiębiorstw i rynkiem finansowym. Podstawy rachunkowości narodowej. Modele ruchu okrężnego. Metody pomiaru aktywności gospodarczej (PKB, PNB, DN). Wzrost gospodarczy. Finanse publiczne. Cele i instrumenty polityki fiskalnej. Budżet państwa. Dług publiczny. System bankowy. Bank Centralny. Cele i instrumenty polityki pieniężnej. Przyczyny i skutki inflacji. Przyczyny i skutki bezrobocia. Ekonomia gospodarki otwartej. Polityka handlowa. Etapy integracji gospodarczej. Unia walutowa.

Etyka zawodowa, prawo autorskie, prawo własności przemysłowych, ochrona danych osobowych.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	Eko	SWI	SEt	BHP	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>					
<b>K2A_W15:</b> zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka				+	oświadczenie
<b>K2A_W16:</b> uwarunkowania prawne i etyczne związanych z działalnością naukową i dydaktyczną		++	++		W module praca dyplomowa

Efekt kształcenia	Eko	SWI	SEt	BHP	Weryfikacja
<b>K2A_W17:</b> podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej		++	+		W module praca dyplomowa
<b>K2A_W18:</b> ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości wykorzystujące wiedzę z matematyki	+++				kolokwium
<b>Absolwent jest gotów do</b>					
<b>K2A_K04:</b> docenienia znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie		++	++		W module praca dyplomowa
<b>K2A_K08:</b> myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	++				kolokwium

Moduł: **JZO**

Nazwa modułu: **Język obcy**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin		Punkty ECTS						
				Σ	Le	Σ	K	S	P	M	T	O
JO1	Język obcy	1	Z	30	30	2	1	2	0	0	0	2
JO2	Język obcy	2	Z	30	30	2	1	2	0	0	0	2
Łącznie				60	60	4	4	4	0	0	0	4

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Tematyka, słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego na poziomie biegłości językowej co najmniej B2 z elementami języka specjalistycznego – technicznego oraz zgodne z właściwym dla poziomu i podręcznika rozkładem materiału.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	JO1	JO2	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>			
<b>K2A_W14:</b> język angielski na poziomie średnio zaawansowanym (B2) oraz inny język obcy na poziomie wystarczającym do czytania literatury fachowej	+++	+++	kolokwium

Moduł: **DYP**

Nazwa modułu: **Praca dyplomowa**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin		Punkty ECTS						
				$\Sigma$	Sd	$\Sigma$	K	S	P	M	T	O
SmD	Seminarium dyplomowe	4	Z	36	36	4	2	4	0	4	0	0
PrD	Praca dyplomowa	4	Z			13	0	1	0	10	3	0
łącznie				36	36	17	2	5	0	14	3	0

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Podczas seminarium dyplomowego studenci przygotowują pracę dyplomową zgodnie z harmonogramem ustalonym przez prowadzących seminarium. Proces tworzenia pracy rozpoczyna się od sformułowania założeń pracy i przeprowadzenia badań literaturowych, następnie studenci realizują odpowiednie zadania prowadzące do powstania kolejnych części pracy. Równoległe z procesem pisania pracy dyplomowej studenci przygotowują się do egzaminu dyplomowego według zagadnień opracowanych przez Wydziałową Komisję ds. Kształcenia.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	SmD	PrD	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>			
<b>K2A_W04:</b> jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań	++	+	referat
<b>Absolwent potrafi</b>			
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	+	praca dyplomowa
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	+++	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_U13:</b> w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	+	++	praca dyplomowa
<b>K2A_U14:</b> 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	+	++	praca dyplomowa, referat

Efekt kształcenia	SmD	PrD	Weryfikacja
<b>Absolwent jest gotów do</b>			
<b>K2A_K01:</b> uznania ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	++	+	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_K02:</b> precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	++	+	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_K03:</b> pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter	+	+++	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_K04:</b> docenienia znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	+	++	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_K05:</b> zrozumienia potrzeby popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	++		referat
<b>K2A_K06:</b> samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	+	+++	praca dyplomowa, referat
<b>K2A_K07:</b> formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych	++	+	praca dyplomowa, referat

Moduł: **SPE**

Nazwa modułu: **Moduł przedmiotów specjalnościowych**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin			Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć/L*	Σ	K	S	P**	M	T	O
SP1	Przedmiot specjalnościowy I	3	E	36	18	18	5	2	5	0-1	2	3	0
SP2	Przedmiot specjalnościowy II	3	E	36	18	18	5	2	5	0-1	3	2	0
SP3	Przedmiot specjalnościowy III	3	E	36	18	18	5	2	5	2	3	2	0
SP4	Przedmiot specjalnościowy IV	4	E	36	36		5	2	5	3	3	2	0
Łącznie				144	144		20	8	20	5-7	11	9	0

\* łączna liczba godzin ćwiczeń i laboratoriów

\*\* w zależności od planowanych godzin laboratoriów

Studenci mają prawo wyboru dowolnej specjalności. Ze względu na konieczność zachowania limitów liczebności grup, wyboru dokonuje się w kolejności wynikającej z pozycji na liście rankingowej. O pozycji tej decydują wyniki w nauce. Szczegółowy opis każdej specjalności znajduje się w dalszej części dokumentu. Przedmioty specjalnościowe są z góry ustalone w ramach każdej specjalności. Nazwy specjalności oraz nazwy przedmiotów specjalnościowych zostały podane w tabeli poniżej.

Specjalność	SP1	SP2	SP3	SP4
Statystyka	Statystyka matematyczna	Procesy stochastyczne	Statystyka wielowymiarowa	Eksperyment statystyczny
Kryptografia	Teoria informacji	Kodowanie	Kryptografia	Systemy kryptograficzne
Modelowanie matematyczne	Modelowanie matematyczne	Teoria katastrof	Teoria chaosu	Platformy obliczeniowe
Matematyka w ekonomii	Matematyka finansowa	Ekonomia matematyczna	Programowanie matematyczne	Metody matematyczne w zarządzaniu
Matematyka teoretyczna	Studia wg Indywidualnego Programu Studiów (wszystkie przedmioty specjalnościowe są obieralne)			

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

### Specjalność **Statystyka**

Statystyki, estymatory, oceny. Porównywania estymatorów. Nierówność Rao-Cramera. Estymatory efektywne. Metody wyznaczania estymatorów. Estymatory dostateczne. Właściwości informacji Fishera. Estymatory bayesowskie. Testy najmocniejsze. Test Neymana-Pearsona. Weryfikacja dwóch hipotez złożonych. Estymacja przedziałowa i weryfikacja hipotez. Podejście bayesowskie porównywania testów. Wybrane testy statystyczne. Pojęcie procesu stochastycznego. Procesy bez nieciągłości drugiego rodzaju. Klasy procesów stochastycznych. Proces Poissona. Procesy odnowy. Główne twierdzenie odnowy.

Uogólniony proces Poissona. Proces Wienera. Łańcuchy Markowa. Proces Markowa o przeliczalnej ilości stanów. Proces narodzin a śmierci. Procesy stochastyczne w teorii ryzyka i teorii kolejek.

Rozkład normalny wielowymiarowy. Rozkład Wishart. Współczynniki korelacji cząstkowej i wielokrotnej. Wielowymiarowa nierówność Rao-Cramera. Oceny dla wartości średniej i wariancji. Przedziały ufności dla parametrów rozkładu normalnego. Przedziały ufności Roya- Bosego. Hipotezy statystyczne. Testy dla wartości oczekiwanej i wariancji rozkładu normalnego wielowymiarowego. Test T2 Hotellinga. Metoda składników głównych.

Podstawowe informacje na temat planowania i przeprowadzania doświadczeń. Regresja wieloraka, analiza reszt, regresja krokowa. Modele linearyzowalne i nieliniowe. Analiza wariancji (jednoczynnikowa, wieloczynnikowa); klasyfikacje krzyżowe, hierarchiczne, mieszane w modelach stałych i losowych. Przedziały ufności dla kontrastów. Osie główne i elementy analizy czynnikowej. Podstawy analizy dyskryminacyjnej. Elementy analizy log liniowej.

### Specjalność **Kryptografia**

Modele matematyczne źródeł informacji, kodowanie wiadomości, kody jednoznacznie dekodowane. Nierówność Krafta – McMillana, twierdzenie Krafta. Entropia, własności entropii. Pojęcie informacji. Entropia rozszerzonego źródła, twierdzenia Shannona. Kompresja danych. Kody zwarte, kodowanie optymalne i bliskie do optymalnego. Kody binarne arytmetyczne, kody słownikowe. Modele przesyłania informacji, kanały transmisji, binarny kanał symetryczny. Entropia warunkowa. Złożoność informacyjna Kołmogorowa i jej własności.

Kody alfabetyczne, twierdzenie Sardinasa-Petersona o jednoznacznej dekodowalności, algorytm Sardinasa-Petersona. Kody blokowe i kody z własnością prefiksu. Kody korygujące błędy. Rozstęp kodu zdolność korygująca kodu. Granica Singletona. Algebra liniowa nad ciałami skończonymi, kody liniowe. Macierz generująca i macierz kontrolna, rozstęp i zdolność korygująca kodu liniowego. Dekodowanie kodu liniowego. Kody Hamminga, ich własności. Kody Golay'a i Reeda-Mullera. Własności kodów Reeda-Mullera. Pierścień wielomianów nad ciałem skończonym i teoria kodów cyklicznych. BCH-kody, ich własności.

Problemy bezpieczeństwa i ochrony informacji. Steganografia, kryptografia, kryptoanaliza. Kryptosystemy symetryczne: szyfry przestawieniowe, podstawieniowe, afiniczne, szyfry Vigenere'a, Playfaira, Hilla – przykłady użycia i kryptoanaliza. Kryptosystemy asymetryczne: problem pakowania plecaka i system kryptograficzny Merklego-Hellmana, kryptosystemy probabilistyczne Goldwassera-Micali, Bluma-Goldwassera, kryptosystemy oparte na teorii krat: GGH, NTRU. Szyfry strumieniowe, blokowe, sieci Feistela. Standardy szyfrowania danych DES i AES.

System kryptograficzny RSA i jego bezpieczeństwo. Problem logarytmu dyskretnego. Kryptosystem El Gamala. Krzywe eliptyczne. Kryptosystem El Gamala nad krzywą eliptyczną. Algorytmy testowania pierwszości, algorytmy faktoryzujące. Algorytmy związane z implementacją i bezpieczeństwem kryptosystemu ElGamala.

## Specjalność **Modelowanie matematyczne**

Modelowanie przy pomocy równań różnicowych i różniczkowych. Modelowanie matematyczne w przyrodzie i technice. Opisywanie sytuacji z realnego świata w języku matematyki. Stosowanie wiedzy matematycznej przy tworzeniu i wykorzystywaniu modeli matematycznych. Wykorzystywanie komputerów w procesie modelowania. Matematyczne modele jednowymiarowe i wielowymiarowe liniowych układów dynamicznych. Podstawy rachunku operatorowego Laplace'a. Transmitancje operatorowe. Struktura modelu matematycznego obiektu fizycznego. Stabilność rozwiązań liniowego układu ze sprzężeniem zwrotnym. Oscylacje własne. Oscylacje rezonansowe. Kryterium Hurwitza stabilności. Transmitancje częstotliwościowe. Kryterium Nyquista stabilności. Matematyczne modele jednowymiarowe i wielowymiarowe nieliniowego układu dynamicznego. Stabilność rozwiązań modeli nieliniowych. Układy nieliniowe ze sprzężeniem zwrotnym. Bifurkacje. Kryteria Lapunowa i Popowa badania stabilności rozwiązań modelu nieliniowego. Metoda płaszczyzny fazowej. Analiza modeli dyskretnych. Bifurkacje orbit periodycznych. Oscylacje nieokresowe: pseudookresowe i chaotyczne. Wykładnik Lapunowa. Widmo mocy. Fraktalna struktura diagramu stanów ustalonych rozwiązań modelu nieliniowego.

Pojęcie katastrofy, twórcy teorii. Rodzaje punktów krytycznych. Lemat Morse'a. Lemat o roz-szczepieniu funkcji. Równoważność funkcji. Pojęcie strukturalnej stabilności. Katastrofy elementarne Thoma, zbiory: katastrofy, osobliwości, bifurkacyjny. Teoria kowymiaru, rozwinięcie uniwersalne. Klasyfikacja katastrof w układach dynamicznych. Modele katastrof w fizyce, biologii, socjologii.

Układy dynamiczne ciągłe i dyskretne. Punkty stałe i trajektorie. Orbits okresowe i nieokresowe. Stabilność punktów stałych i orbit okresowych. Pojęcie bifurkacji. Typy bifurkacji układów ciągłych i dyskretnych. Twierdzenie Szarkowskiego. Istota, cechy i miary chaosu deterministycznego. Wrażliwość na zmianę warunków początkowych. Dziwne atraktory. Mapa Poincarego. Atraktor Henona. Wykładnik Lapunowa. Przekształcenie piekarza. Podkova Smaile'a. Scenariusze dochodzenia do chaosu. Kaskada podwajania okresu. Bifurkacja na torusie. Intermitencja. Diagram bifurkacyjny Feigenbauma. Chaos i hiperchaos. Fraktalna natura dziwnych atraktorów. Wykładnik Lapunowa a wymiar fraktalny. Czas Lapunowa. Kryzysy. Wstęp do chaosu kwantowego. Podstawy geometrii fraktalnej. Klasyczne fraktale. Zbiory Julii. Zbiór Mandelbrota. Wymiar fraktalny. Fraktalna natura entropii informatycznej chaotycznych układów.

Przegląd podstawowych oraz zaawansowanych instrukcji pakietu Mathematica (instrukcje algebraiczne, instrukcje z zakresu analizy matematycznej, instrukcje numeryczne, instrukcje wejścia-wyjścia, instrukcje graficzne, programowanie w pakiecie Mathematica, animacje). Przegląd instrukcji pakietu Matlab oraz wybranych innych pakietów (np. Mathcad, Scilab, Octave, Maxima).

## Specjalność **Matematyka w ekonomii**

Procent, stopa procentowa, kapitalizacja. Oprocentowanie proste, równoważne stopy oprocentowania prostego, stopa zmienna w czasie, stopa przeciętna, dyskontowanie proste. Procent składany, kapitalizacja roczna, kapitalizacja pod okresowa, równoważne stopy oprocentowania składanego, stopa efektywna, stopa zmienna w czasie, stopa przeciętna, dyskontowanie składane. Renty, renta o stałych ratach, renta o zmiennych ratach, renta uogólniona. Ratalna spłata długu, schemat spłaty długu, renta annuitetowa, rzeczywista stopa procentowa. Mierniki oceny inwestycji finansowych, wartość bieżąca netto inwestycji



cji, wewnętrzna stopa zwrotu, okres zwrotu. Losowa stopa procentowa, rozkład normalny i logarytmiczno-normalny, oprocentowanie i dyskontowanie okresowe i ciągłe.

Elementy teorii popytu: przestrzeń towarów, relacja preferencji, funkcja użyteczności – określenie, warunki istnienia i podstawowe własności, funkcja popytu – wersja uogólniona i klasyczna, własności funkcji popytu, zadanie maksymalizacji użyteczności konsumpcji. Elementy teorii produkcji: przestrzeń p-produkcyjna, przestrzeń c-produkcyjna, funkcja produkcja – definicja, własności, przykłady, reakcja przedsiębiorstwa na zmianę cen, przedsiębiorstwo w warunkach doskonałej konkurencji, przedsiębiorstwo w warunkach monopolu. Elementy teorii równowagi konkurencyjnej: wybrane modele równowagi rynkowej oraz równowagi ogólnej.

Podstawowe pojęcia programowania matematycznego. Metody rozwiązywania modeli optymalizacyjnych. Modele deterministyczne. Programowanie liniowe, metoda simpleks. Inne rodzaje programowania matematycznego. Wybrane algorytmy optymalizacji.

Rola sprzężenia zwrotnego i archetypu systemowego w modelowaniu złożonych, dynamicznych, nieliniowych i wielopoziomowych systemów. Przegląd wybranych zastosowań metody SD z różnych dziedzin życia społeczno gospodarczego (konwencje Coyle'a, Forrester'a, Łukaszewicza). Hybrydy budowane na bazie metody SD, zanurzenie optymalizacji w symulację i vice versa. Doświadczenia budowy modeli rodziny „DYNBALANCE”. Modele ewolucyjne, a proces uczenia się w organizacji. Analiza wrażliwości w modelach symulacyjnych, problemy stabilności i chaosu.

#### Specjalność **Matematyka teoretyczna**

Studia wg Indywidualnego Programu Studiów, dostosowanego do zainteresowań studenta. Wszystkie przedmioty specjalnościowe są obieralne.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	SP1	SP2	SP3	SP4	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>					
<b>K2A_W03:</b> wybraną dziedzinę matematyki: 1) zna większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody	+++	+++	+++	+++	kolokwium, egzamin
<b>K2A_W04:</b> 2) jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań	+++	+++	+++	+++	kolokwium
<b>K2A_W05:</b> 3) zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	+++	+++	+++	+++	kolokwium, egzamin

Efekt kształcenia	SP1	SP2	SP3	SP4	Weryfikacja
<b>Absolwent potrafi</b>					
<b>K2A_U01:</b> konstruować rozumowania matematyczne: sprawdzać poprawność wnioskowań w budowaniu dowodów formalnych, dowodzić twierdzeń, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	+	+	+	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U02:</b> wyrażać treści matematyczne w mowie i na piśmie, w tekstach matematycznych o różnym charakterze	+	+	+	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U03:</b> dostrzegać struktury formalne w zagadnieniach matematycznych związanych z podstawowymi działami matematyki i rozumie znaczenie ich własności	++			+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U13:</b> w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	+	+	+	+	kolokwium, egzamin
<b>K2A_U14:</b> 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	++			++	egzamin
<b>Absolwent jest gotów do</b>					
<b>K2A_K01:</b> uznania ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	+	+	+	+	egzamin
<b>K2A_K02:</b> precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania				+	referat
<b>K2A_K06:</b> samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych				+	referat
<b>K2A_K07:</b> formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych	+	+	+	+	referat

Moduł: **OGW**

Nazwa modułu: **Moduł przedmiotów ograniczonego wyboru**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	Sem	Egz/ Zal	Liczba godzin				Punkty ECTS						
				Σ	W	Ć/L*	S	Σ	K	S	P**	M	T	O
SM1	Seminarium 1	1	Z	18			18	2	1	2	0	1	1	0
SM2	Seminarium 2	2	Z	18			18	2	1	2	0	1	1	0
WM1	Wykład monograficzny I (w j. ang.)	3	Z	36	18	18		4	2	4	0-1	2	2	0
WM2	Wykład monograficzny II	3	Z	36	18	18		4	2	4	0-1	2	2	0
SE	Seminarium (w j. ang.)	3	Z	18			18	3	1	3	0	2	1	0
Łącznie				126	36	36	54	15	7	15	0-2	8	7	0

\* łączna liczba godzin ćwiczeń i laboratoriów

\*\* w zależności od planowanych godzin laboratoriów

Studenci mają prawo wyboru przedmiotu z listy przedmiotów corocznie ustalonej przez Dziekana Wydziału. Ze względu na konieczność zachowania limitów liczebności grup, wyboru dokonuje się w kolejności wynikającej z pozycji na liście rankingowej. O pozycji tej decydują wyniki w nauce.

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Wybrane zagadnienia matematyki współczesnej. Szczegółowy zakres treści kształcenia uzależniony jest od tematyki wybranych zajęć. Wykład monograficzny I oraz Seminarium prowadzone są w języku angielskim.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	WM1	WM2	SE, SM1, SM2	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>				
<b>K2A_W03:</b> wybraną dziedzinę matematyki: 1) zna większość klasycznych definicji i twierdzeń oraz ich dowody	++	++	++	kolokwium, referat
<b>K2A_W04:</b> 2) jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień pozostających na etapie badań	+	+	+	kolokwium, referat
<b>K2A_W05:</b> 3) zna powiązania zagadnień wybranej dziedziny z innymi działami matematyki teoretycznej i stosowanej	+	+	+	kolokwium, referat

Efekt kształcenia	WM1	WM2	SE, SM1, SM2	Weryfikacja
<b>K2A_W14:</b> język angielski na poziomie średnio zaawansowanym (B2) oraz inny język obcy na poziomie wystarczającym do czytania literatury fachowej	+		+	kolokwium, referat
<b>Absolwent potrafi</b>				
<b>K2A_U12:</b> 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	+++	+++	+++	kolokwium, referat
<b>K2A_U13:</b> w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	+	+	+	kolokwium, referat
<b>Absolwent jest gotów do</b>				
<b>K2A_K01:</b> uznania ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	++	++	++	kolokwium, referat
<b>K2A_K02:</b> precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania			+	kolokwium, referat
<b>K2A_K05:</b> zrozumienia potrzeby popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej			++	referat
<b>K2A_K06:</b> samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych			++	referat
<b>K2A_K07:</b> formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych			++	referat

Moduł: **SWW**

Nazwa modułu: **Moduł przedmiotów swobodnego wyboru**

Przedmioty wchodzące w skład modułu:

Kod	Nazwa przedmiotu	sem	Egz/ Zal	Liczba godzin		Punkty ECTS						
				Σ	W/Ć/L*	Σ	K	S	P**	M	T	O
PO1	Przedmiot obieralny I	4	Z	36	36	4	2	4	0-2	2	2	0
PO2	Przedmiot obieralny II	4	Z	36	36	4	2	4	0-2	2	2	0
Łącznie				72	72	8	4	8	0-4	4	4	0

\* łączna liczba godzin wykładów, ćwiczeń i laboratoriów (nie więcej niż 30 godzin wykładu)

\*\* w zależności od planowanych godzin laboratoriów i projektów

Studenci mają prawo wyboru dowolnego przedmiotu – zarówno znajdującego się na liście propozycji przygotowanych przez pracowników Instytutu Matematyki, jak i własnego, uzgodnionego z wybranym nauczycielem akademickim. Ze względu na konieczność zachowania limitów liczebności grup, wyboru dokonuje się w kolejności wynikającej z pozycji na liście rankingowej. O pozycji tej decydują wyniki w nauce.

Treści programowe realizowane w ramach modułu:

Wybrane zagadnienia matematyki współczesnej. Szczegółowy zakres treści kształcenia uzależniony jest od tematyki wybranego wykładu.

Efekty kształcenia dla przedmiotów i sposoby ich weryfikacji:

Efekt kształcenia	PO1	PO2	Weryfikacja
<b>Absolwent zna i rozumie</b>			
<b>K2A_W01:</b> najważniejsze twierdzenia i hipotezy z głównych działów matematyki	+	+	kolokwium
<b>Absolwent potrafi</b>			
<b>K2A_U14:</b> 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	+	+	kolokwium
<b>Absolwent jest gotów do</b>			
<b>K2A_K01:</b> uznania ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	++	++	kolokwium, referat/ projekt
<b>K2A_K02:</b> precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania		+	referat/ projekt

Efekt kształcenia	PO1	PO2	Weryfikacja
<b>K2A_K03:</b> pracy zespołowej; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter		+	referat/ projekt
<b>K2A_K05:</b> zrozumienia potrzeby popularnego przedstawiania laikom wybranych osiągnięć matematyki wyższej	++		referat/ projekt
<b>K2A_K06:</b> samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	+	+	kolokwium, referat/ projekt

e) macierz efektów kształcenia:

zakładane efekty kształcenia (symbol)	moduły zajęć														
	LPM	ANA	TOP	ALG	MOD	RWR	PIT	ANF	HES	JZO	DYP	SPE	OGW	SWW	
K2A_W01	+	+	+	+	+	+	+	+						+	
K2A_W02	+		+					+							
K2A_W03												+	+		
K2A_W04											+	+	+		
K2A_W05												+	+		
K2A_W06							+	+							
K2A_W07					+	+									
K2A_W08							+	+							
K2A_W09							+	+							
K2A_W10							+	+							
K2A_W11	+			+											
K2A_W12				+											
K2A_W13					+		+								
K2A_W14										+	+		+		
K2A_W15					+		+		+						
K2A_W16									+	+					
K2A_W17									+	+					
K2A_W18									+	+	+				
K2A_W19							+								
K2A_U01	+	+	+	+				+			+	+			
K2A_U02	+	+	+	+							+	+	+		
K2A_U03	+	+										+	+		
K2A_U04		+	+					+							
K2A_U05						+	+	+							
K2A_U06		+	+					+							
K2A_U07	+		+	+				+							
K2A_U08								+	+	+					
K2A_U09				+	+	+		+							
K2A_U10					+	+	+								
K2A_U11					+	+	+								
K2A_U12													+	+	+
K2A_U13											+	+	+		
K2A_U14											+	+	+	+	
K2A_U15					+	+	+	+							
K2A_U16		+		+			+								
K2A_U17					+	+	+								

zakładane efekty kształcenia (symbol)	moduły zajęć													
	LPM	ANA	TOP	ALG	MOD	RWR	PIT	ANF	HES	JZO	DYP	SPE	OGW	SWW
K2A_U18				+			+	+						
K2A_U19							+	+	+					
K2A_U20							+	+	+					
K2A_U21							+	+	+					
K2A_K01											+	+	+	+
K2A_K02											+	+	+	+
K2A_K03					+						+	+	+	+
K2A_K04									+	+	+	+	+	+
K2A_K05											+	+	+	+
K2A_K06											+	+	+	+
K2A_K07											+	+	+	+
K2A_K08									+	+				

f) opis sposobu sprawdzenia wybranych efektów kształcenia: został ujęty w opisie poszczególnych modułów kształcenia.



g) plan studiów:

Kolorem zostały zaznaczone przedmioty do wyboru.

### Rok I, semestr 1

Lp.	Przedmiot	Godzin w semestrze					Liczba godzin	Status kursu				
		W	Ć/Le	L	S/Sd	P		Egz/Zal	Pkt ECTS	M	T	O
1	Logika i podstawy matematyki	18	18				36	E	5	5	0	0
2	Analiza matematyczna I	27	27				54	E	6	6	0	0
3	Topologia	18	18				36	Z	5	5	0	0
4	Ekonomia	18	18				36	Z	5	1	0	4
5	Modelowanie i symulacja stochastyczna	18	9	9			36	Z	5	4	1	0
6	Seminarium 1				18		18	Z	2	1	1	0
7	Język obcy		30				30	Z	2	0	0	2
łącznie		99	120	9	18	0	246	E2/Z6	30	22	2	6

### Rok I, semestr 2

Lp.	Przedmiot	Godzin w semestrze					Liczba godzin	Status kursu				
		W	Ć/Le	L	S/Sd	P		Egz/Zal	Pkt ECTS	M	T	O
1	Analiza matematyczna II	18	18				36	E	5	5	0	0
2	Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe	18	18				36	E	5	4	1	0
3	Programowanie obiektowe	18		18			36	Z	3	1	2	0
4	Metody eksploracji danych	18	9	9			36	E	5	1	4	0
5	Analiza funkcjonalna	18	18				36	Z	4	4	0	0
6	Algebra z zastosowaniami	18	18				36	Z	4	2	2	0
7	Seminarium 2				18		18	Z	2	1	1	0
8	Język obcy		30				30	Z	2	0	0	2
łącznie		108	111	27	30	0	264	E3/Z5	30	18	10	2

### Rok II, semestr 3

Lp.	Przedmiot	Godzin w semestrze					Liczba godzin	Status kursu				
		W	Ć/Le	L	S/Sd	P		Egz/Zal	Pkt ECTS	M	T	O
1	Przedmiot specjalnościowy I	18	18				36	E	5	2	3	0
2	Przedmiot specjalnościowy II	18	18				36	E	5	3	2	0
3	Przedmiot specjalnościowy III	18	18				36	E	5	3	2	0
4	Wykład monograficzny I (w języku angielskim)	18	18				36	Z	4	2	2	0
5	Wykład monograficzny II	18	18				36	Z	4	2	2	0
6	Metody numeryczne w technice	18		18			36	Z	4	1	3	0
7	Seminarium (w języku angielskim)				18		18	Z	3	2	1	0
łącznie		108	108		18	0	234	E3/Z4	30	15	15	0

### Rok II, semestr 4

Lp.	Przedmiot	Godzin w semestrze					Liczba godzin	Status kursu				
		W	Ć/Le	L	S/Sd	P		Egz/Zal	Pkt ECTS	M	T	O
1	Przedmiot specjalnościowy IV		36				36	E	5	3	2	0
2	Przedmiot obieralny I		36				36	Z	4	2	2	0
3	Przedmiot obieralny II		36				36	Z	4	2	2	0
4	Seminarium dyplomowe				36		36	Z	4	4	0	0
5	Praca dyplomowa							Z	13	10	3	0
łącznie			108		36	0	144	E1/Z4	30	21	9	0

łącznie za 4 semestry		888	E9/Z19	120	76	36	8
-----------------------	--	-----	--------	-----	----	----	---

Szkolenia w zakresie BHP, etyki i prawa autorskiego — 6 godzin w cyklu kształcenia

Zgodnie z kolumnami M i T powyższych tabel, opisującymi status danego przedmiotu, liczba punktów ECTS powiązanych z kształceniem w zakresie obszaru nauk ścisłych, w dyscyplinie naukowej matematyka, wynosi 76, a w zakresie obszaru nauk technicznych, w dyscyplinach naukowych informatyka i mechanika, wynosi 36, co daje, odpowiednio, 63.3% oraz 30% ogólnej liczby punktów ECTS. Wydział Matematyki Stosowanej Politechniki Śląskiej prowadzi badania naukowe w wyżej wymienionych dyscyplinach.

- h) liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z obszarów nauk humanistycznych i społecznych: **5**
- i) wymiar, zasady i forma odbywania praktyk dla kierunku studiów o profilu praktycznym: **nie dotyczy**
- j) wymiar, zasady i forma odbywania praktyk dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim: **program kształcenia nie przewiduje praktyk**
- k) zasady prowadzenia procesu dyplomowania:

Wykonanie pracy dyplomowej (magisterskiej) jest warunkiem koniecznym ukończenia studiów II stopnia.

Procedura dyplomowania na studiach II stopnia ma następujący przebieg:

Na drugim semestrze studiów II stopnia, na bazie propozycji zgłaszanych przez pracowników naukowych posiadających stopień doktora habilitowanego, Rada Wydziału ustala zakres tematyczny prac dyplomowych. Studenci, według kolejności miejsc na liście rankingowej ustalonej według średnich ocen, wybierają kierującego pracą dyplomową. Kierujący pracą określa temat pracy dyplomowej.

Seminarium dyplomowe, uwzględnione w programie studiów 4 semestru w wymiarze 36 godzin, ma na celu właściwą realizację pracy dyplomowej.

Prace dyplomowe wykonywane są w formacie LaTeX.

Egzamin dyplomowy, weryfikujący wybrane efekty kształcenia uzyskane przez studenta w trakcie przebiegu studiów, ma formę ustną. Szczegółowy zakres materiału ustala Wydziałowa Komisja ds. Kształcenia i po zatwierdzeniu przez Dziekana ogłasza na stronie Wydziału.

Dokumentem, w których określone są zasady dyplomowania jest Regulamin studiów w Politechnice Śląskiej.

## 4. Wykaz nauczycieli akademickich tworzących minimum kadrowe dla kierunku Matematyka na II stopniu kształcenia

Wykaz nauczycieli akademickich tworzących minimum kadrowe na studiach II stopnia na kierunku Matematyka jest ustalany do 30 czerwca przed rozpoczęciem każdego roku akademickiego obejmującego okres studiów.

## 5. Dodatkowe informacje

- a) Udokumentowanie, że program studiów umożliwia studentowi wybór modułów kształcenia w wymiarze nie mniejszym niż 30% punktów ECTS.

Program studiów II stopnia na kierunku Matematyka umożliwia wybór modułów kształcenia na poziomie 46,7% punktów ECTS. Student decyduje o wyborze przedmiotów w ramach 4 modułów. Są to: moduł przedmiotów specjalnościowych, moduł przedmiotów ograniczonego wyboru, moduł przedmiotów swobodnego wyboru oraz moduł praca dyplomowa.

- b) Udokumentowanie, że co najmniej połowa programu kształcenia jest realizowana w postaci zajęć dydaktycznych wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów.

Liczba zajęć wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich została obliczona metodą zaczerpniętą z: A. Kraśniewski, „Jak przygotowywać programy kształcenia zgodnie z wymaganiami wynikającymi z Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego?” (str. 76), za pomocą współczynnika S.

Zgodnie z kartami modułów sumaryczny współczynnik S wynosi 108. Zatem 90% zajęć wymaga bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich.

- c) Analiza zgodności zakładanych efektów kształcenia z potrzebami rynku pracy.

Na Wydziale Matematyki Stosowanej regularnie organizowane są spotkania z przedstawicielami pracodawców, w czasie których analizuje się plany studiów oraz oczekiwania i wymagania stawiane absolwentom ubiegającym się o pracę. Pracodawcy wielokrotnie podkreślali jak ważne są następujące cechy absolwenta: umiejętność pracy zespołowej, znajomość różnych metod pracy, umiejętność logicznego myślenia. Zakładane efekty kształcenia mają na celu rozwijanie tych cech u studentów kierunku Matematyka.

- d) Opis sposobu uwzględnienia wniosków z analizy wyników monitoringu karier zawodowych absolwentów

Władze Wydziału Matematyki Stosowanej przykładają wielką wagę do współpracy z Biurem Karier Studenckich Politechniki Śląskiej monitorującym losy zawodowe absolwentów oraz zapotrzebowania pracodawców. Wspólnie organizowane są różne przedsięwzięcia, jak prezentacje firm zainteresowanych zatrudnieniem absolwentów, udział w targach pracy, spotkania z absolwentami zatrudnionymi w różnych instytucjach, kursy, szkolenia itp. Absolwenci kierunku Matematyka od wielu lat są

doceniani przez pracodawców, konsultacje z przedstawicielami pracodawców i samorządem studenckim są stałą inspiracją do modernizacji programu.

e) Sposób współdziałania z interesariuszami zewnętrznymi.

Podczas tworzenia programu kształcenia na Wydziale Matematyki Stosowanej zorganizowano liczne spotkania z interesariuszami zewnętrznymi, które w latach 2015-2017 odbyły się m.in. z przedstawicielami firm: SkyTech Research sp. z o.o., BT Skyrise sp. z o.o., LOGOTECH AA S.C., Sap Polska sp. z o.o., MCCOM sp. z o.o., ING Services, BioStat, Kroll Ontrack, Wasko S.A.

Na spotkaniach tych dokonano analizy planu studiów, przedstawiono aktualne trendy w technologii oraz oczekiwania i wymagania stawiane absolwentom ubiegającym się o pracę w wyżej wymienionych firmach. W szczególności podkreślano jak ważne są następujące cechy absolwenta: umiejętność pracy zespołowej, znajomość różnych metod pracy, umiejętność logicznego myślenia.

Wynikiem rozmów było podpisanie porozumień, w ramach których sformułowano ramowe kierunki współpracy w zakresie konsultacji pracowników tych przedsiębiorstw jako interesariuszy zewnętrznych, zakresów materiału i tematyki wybranych modułów dydaktycznych, zgodnie z nowoczesnymi, bieżącymi standardami.

Większość sugestii i uwag przedstawicieli tych przedsiębiorstw zostało uwzględnionych w programie studiów.

Podobne porozumienia zostały zawarte w latach wcześniejszych z innymi przedsiębiorstwami. Wśród nich są ING Bank Śląski, IBM Polska sp. z o.o., FIS-SST sp. z o.o.