

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Programowanie Nieliniowe				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	AMAT-2-303-MZ-s	Punkty ECTS:	6
Wydział:	Matematyki Stosowanej				
Kierunek:	Matematyka	Specjalność:	Matematyka w zarządzaniu		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	3
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr Niedoba Wiesław (wniedoba@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Problem optymalizacji. Metody programowania nieliniowego.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna warunki konieczne i wystarczające (warunki Kuhna-Tuckera) optymalności (z dowodami)	MAT2A_W04	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_W002	Zna podstawowe algorytmy rozwiązywania zadań programowania nieliniowego bez ograniczeń i z ograniczeniami	MAT2A_W01, MAT2A_W02, MAT2A_W07	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_W003	Zna pojęcie punktu siodłowego i jego związek z rozwiązaniem zadania programowania nieliniowego	MAT2A_W01, MAT2A_W03, MAT2A_W07	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna
M_W004	Zna pojęcia zbioru wypukłego i funkcji wypukłej oraz twierdzenia ich dotyczących (z dowodami)	MAT2A_U01, MAT2A_U04, MAT2A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Potrafi zdefiniować zadanie dualne i wykorzystać go do rozwiązania zadania pierwotnego	MAT2A_U01, MAT2A_U02, MAT2A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium
M_U002	Potrafi skonstruować ciąg funkcji kar i wykorzystać go do rozwiązania zadania z ograniczeniami		Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Projekt
M_U003	Potrafi przeprowadzić dekompozycje zadania programowania liniowego	MAT2A_U01, MAT2A_U02, MAT2A_U03	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna, Projekt
M_U004	Potrafi sformułować zadanie programowania nieliniowego oraz sprawdzić warunki konieczne i wystarczające istnienia rozwiązania	MAT2A_U20, MAT2A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Odpowiedź ustna
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Umie pracować w zespole nad rozwiązaniami problemu	MAT2A_K03, MAT2A_K05	Aktywność na zajęciach
M_K002	Umie ocenić stopień zrozumienia przez siebie problemu i brakujące elementy rozwiązania	MAT2A_K01, MAT2A_K07, MAT2A_K02	Aktywność na zajęciach, Egzamin

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna warunki konieczne i wystarczające (warunki Kuhna-Tuckera) optymalności (z dowodami)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Zna podstawowe algorytmy rozwiązywania zadań programowania nieliniowego bez ograniczeń i z ograniczeniami	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna pojęcie punktu siodłowego i jego związek z rozwiązaniem zadania programowania nieliniowego	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Zna pojęcia zbioru wypukłego i funkcji wypukłej oraz twierdzenia ich dotyczących (z dowodami)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi zdefiniować zadanie dualne i wykorzystać go do rozwiązania zadania pierwotnego	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi skonstruować ciąg funkcji kar i wykorzystać go do rozwiązania zadania z ograniczeniami	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Potrafi przeprowadzić dekompozycje zadania programowania liniowego	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Potrafi sformułować zadanie programowania nieliniowego oraz sprawdzić warunki konieczne i wystarczające istnienia rozwiązania	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Umie pracować w zespole nad rozwiązaniami problemu	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Umie ocenić stopień zrozumienia przez siebie problemu i brakujące elementy rozwiązania	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	40 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	152 godz
Punkty ECTS za moduł	6 ECTS

## Pozostałe informacje

## **Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)**

### **Wykład**

#### Przykłady zadań programowania nieliniowego

Zbiory, stożki i funkcje wypukłe. Warunek konieczny i wystarczający wypukłości funkcji różniczkowalnej oraz funkcji dwukrotnie różniczkowalnej.

#### Funkcje pseudowypukłe i quasiwypukłe

Warunek konieczny i wystarczający quasiwypukłości funkcji, Warunek konieczny i wystarczający istnienia minimum dla funkcji wypukłej, oraz pseudowypukłej.

#### Kierunki dopuszczalne

Warunki dopuszczalności kierunków Warunki regularności ograniczeń. Tw. Farkasa . Warunki konieczne optymalności.

#### Tw. Kuhna- Tuckera

Postacie warunków Kuhna-Tuckera .Warunki wystarczające optymalności.

#### Funkcja Lagrange'a

Punkt siodłowy. Warunki konieczne i wystarczające istnienia punktów siodłowych.

#### Związku punktu siodłowego z rozwiązaniem optymalnym

Twierdzenie o związku punktu siodłowego z rozwiązaniem optymalnym. Twierdzenie Karlina.

#### Zadanie pierwotne i dualne

Zbiory dopuszczalne dla zadania dualnego Twierdzenie Wolfe'a o dualności zadań.

#### Odwracanie zadań dualnych

Twierdzenie Mangasariana o odwracalności zadań dualnych. Twierdzenie o nieograniczoności funkcji celu zadania dualnego. Twierdzenie o nieistnieniu rozwiązania zadania pierwotnego.

#### Programowanie kwadratowe

Algorytm Wolfe'a.

#### Algorytmy poszukiwania minimum bez ograniczeń

Algorytmy poszukiwania minimum bez ograniczeń, złoty podział odcinka, aproksymacja kwadratowa, metoda Hooke'a, metoda Neldera, metoda gradientów sprzężonych.

#### Minima z ograniczeniami - zewnętrzna funkcja kary

Ciąg zewnętrznych funkcji kary Twierdzenie o zbieżności rozwiązań zadań pochodnych.

#### Minima z ograniczeniami - CD

Twierdzenie o postaci zewnętrznych funkcji kary dla iloczynu i sumy zbiorów. Algorytm Schmitta -Foxa.

#### Wewnętrzna funkcja kary

Ciąg wewnętrznych funkcji kary. Twierdzenie o zbieżności zadań pochodnych z wewnętrznymi funkcjami kary. Twierdzenie o postaci wewnętrznych funkcji kar. Algorytm Powella.

#### Zadania związane

Zadania związane. Warunki związania zadań. Dekompozycja zadań metodą parametryczną i metoda cen.

### Ćwiczenia audytoryjne

Rozwiązywanie zadań dotyczących treści przekazywanych na kolejnych wykładach: prezentowanie referatów przygotowanych przez słuchaczy, wykonanie projektu.

### Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Wykład jest klasycznym wykładem tablicowym. Mile widziana aktywność studentów podczas wykładu – np. zadawanie pytań wykładowcy.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

### Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Warunkiem koniecznym dopuszczenia do egzaminu jest posiadanie oceny pozytywnej z ćwiczeń. Dwa terminy zaliczeń poprawkowych są skorelowane czasowo z egzaminami poprawkowymi.

### Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

### Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa(OK) jest średnią ważoną z egzaminu(E) i zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych(A):

$$OK = 0.7E + 0.3A$$

1. Warunkiem koniecznym uzyskania pozytywnej oceny końcowej **OK** jest otrzymanie pozytywnej oceny z ćwiczeń i z egzaminu. Przy czym warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest posiadanie oceny pozytywnej z ćwiczeń.

2. Ocenę końcową wyznacza się na podstawie średniej ważonej **SW** obliczonej według wzoru

$$SW = 0,3 OC + 0,7 OE,$$

gdzie **OC** jest oceną uzyskaną z ćwiczeń, a **OE** jest oceną uzyskaną z egzaminu.

3. Ocena końcowa **OK** jest obliczana według algorytmu:

Jeżeli **SW** > 4.75, to **OK**: = 5.0 (bdb),

jeżeli 4.75 > **SW** > 4.25, to **OK**: = 4.5 (ins>db),

jeżeli 4.25 > **SW** > 3.75, to **OK**: = 4.0 (db),

jeżeli 3.75 > **SW** > 3.25, to **OK**: = 3.5 (/ins>dst),

jeżeli 3.25 > **SW** > 3.00, to **OK**: = 3.0 (dst).

### Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Student powinien zgłosić się do prowadzącego w celu ustalenia indywidualnego sposobu nadrobienia zaległości.

### Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. W. Findeisen, J. Szymanowski, A. Wierzbicki; *Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji*. PWN 1980
2. B. Martos; *Programowanie nieliniowe. Teoria i metody*. PWN 1983

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Niedoba, Wiesław; On the difference method for a non-linear system of parabolic differential-functional equations; *Zesz. Nauk. Akad. Gorn.-Hutn. Stanisław Staszica* 764, *Mat. Fiz. Chem.* 43, 15-26 (1980).
2. Niedoba, Wiesław; Skupień, Zdzisław; Wojda, Adam Paweł; Minimization of freeze in the investment process; *Przeł. Stat.* 25, 65-74 (1978).
3. Niedoba J., Niedoba W.; *Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe*; Wydawnictwa AGH (2001).

### **Informacje dodatkowe**

Na II stopniu studiów moduł może być także zaliczany bez egzaminu ( wykład, ćwiczenia audytoryjne, zaliczenie ćwiczeń, 4 ECTS).