

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Sterowanie Stochastyczne w Czasie Dyskretnym				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	AMAT-2-207-MZ-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Matematyki Stosowanej				
Kierunek:	Matematyka	Specjalność:	Matematyka w zarządzaniu		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. dr hab. Peszat Szymon (napeszat@cyf-kr.edu.pl)				

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

Przykłady modelowania matematycznego wykorzystującego teorię sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym.

### 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 przykłady modelowania matematycznego wykorzystującego teorię sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym	MAT2A_W09, MAT2A_W07, MAT2A_W08	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Esej
M_W002	zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii sterowania stochastycznego (zasada programowania dynamicznego, problem optymalnego stopowania, problemy liniowo kwadratowe)	MAT2A_W05, MAT2A_W09, MAT2A_W04	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Esej
M_W003	zna najważniejsze metody rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych w czasie dyskretnym	MAT2A_W05	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Esej
Umiejętności: potrafi			

M_U001	potrafi samodzielnie przeprowadzić proste dowody wykorzystując poznaną wiedzę z teorii sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym	MAT2A_U04, MAT2A_U02, MAT2A_U01, MAT2A_U18, MAT2A_U15, MAT2A_U11	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Esej
M_U002	potrafi ze zrozumieniem przedstawić w mowie i piśmie poznane na wykładzie dowody twierdzeń	MAT2A_U04, MAT2A_U02, MAT2A_U01, MAT2A_U15	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Esej
M_U003	potrafi wykorzystać wiedzę z innych działów matematyki (analiza, rachunek prawdopodobieństwa, teoria procesów Markowa)	MAT2A_U04, MAT2A_U11	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Esej
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	umie ocenić stopień zrozumienia przez siebie problemu i brakujące elementy rozumowania	MAT2A_K01	Aktywność na zajęciach

### 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
30	30	0	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 przykłady modelowania matematycznego wykorzystującego teorię sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	zna podstawowe pojęcia i twierdzenia teorii sterowania stochastycznego (zasada programowania dynamicznego, problem optymalnego stopowania, problemy liniowo kwadratowe)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	zna najważniejsze metody rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych w czasie dyskretnym	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	potrafi samodzielnie przeprowadzić proste dowody wykorzystując poznaną wiedzę z teorii sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	potrafi ze zrozumieniem przedstawić w mowie i piśmie poznane na wykładzie dowody twierdzeń	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	potrafi wykorzystać wiedzę z innych działów matematyki (analiza, rachunek prawdopodobieństwa, teoria procesów Markowa)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	umie ocenić stopień zrozumienia przez siebie problemu i brakujące elementy rozumowania	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
Przygotowanie do zajęć	20 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	102 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

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

## Wykład

1. Pojęcia wstępne. Przykłady wprowadzające (problem inwestora, sekretarki, problem wymiany samochodu). Markowskie modele decyzyjne. Problem optymalnego sterowania na skończonym odcinku czasowym.
2. Programowanie dynamiczne. Twierdzenie Bellmana dla problemu sterowania na skończonym przedziale czasowym.
3. Przypadek szczególny funkcjonału zysku lub kosztu.
4. Rozwiązanie problemu Samuelsona optymalnej konsumpcji i inwestycji.
5. Sterowanie na nieskończonym przedziale czasowym.
6. Problem Samuelsona na nieskończonym przedziale czasowym.
8. Rozwiązanie problemu liniowo-kwadratowego (liniowa dynamika stanów i kwadratowy funkcjonał kosztu).
9. Optymalne stopowanie. Twierdzenie Bellmana dla problemu optymalnego stopowania na skończonym przedziale czasowym
10. Optymalne stopowanie na nieskończonym przedziale czasowym.
11. Zastosowania do problemu wyboru (sekretarki, wynajmu apartamentu).
12. Problem liniowo-kwadratowy.
13. Sterowanie z ergodycznym funkcjonałem kosztów. Równania Bellmana-Howarda.
14. Algorytm Howarda.
15. Zastosowanie do problemu Howarda (minimalizacji kosztów utrzymania na jednostkę czasu).

## Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

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

Nie określono

## 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.

## Sposób obliczania oceny końcowej

1. Ocenę końcową **OK** wyznacza się na podstawie średniej ważonej **SW** obliczonej według wzoru  $SW = 1/2 OPK + 1/2 OKZ$ , gdzie **OPK** jest oceną uzyskaną z pracy końcowej, a **OKZ** jest oceną uzyskaną z kolokwium zaliczeniowego.
2. Ocena końcowa **OK** jest obliczana według algorytmu:  
Jeżeli  $SW \geq 4.75$ , to **OK** = 5.0 (bdb),  
jeżeli  $4.75 > SW \geq 4.25$ , to **OK** = 4.5 (db),  
jeżeli  $4.25 > SW \geq 3.75$ , to **OK** = 4.0 (db),  
jeżeli  $3.75 > SW \geq 3.25$ , to **OK** = 3.5 (dst),  
jeżeli  $3.25 > SW \geq 3.00$ , to **OK** = 3.0 (dst).
3. Niewielkie odstępstwa są możliwe w zależności od kompetencji egzaminowanego wykazanej w czasie egzaminu.

### **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. D.P. Bertsekas, S.E. Shreve, *Stochastic optimal control: the discrete time case*, Academic Press, New York 1978.
2. H. Kushner, *Introduction to stochastic control*, New York 1971.
3. J.R. Norris, *Markov Chains*, Cambridge Univ. Press 1997.
4. S. Peszat, J. Zabczyk, *Wstęp teorii sterowania stochastycznego w czasie dyskretnym* (notatki do wykładu w formie pliku pdf).
5. J. Zabczyk, *Chance and decision, stochastic control in discrete time*. Quaderni SNS, Pisa 1996.

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

1. Peszat, S.; Zabczyk, J.; Time regularity of solutions to linear equations with Lévy noise in infinite dimensions; *Stochastic Processes Appl.* 123, No. 3, 719-751 (2013).
2. Peszat, S.; Lévy-Ornstein-Uhlenbeck transition semigroup as second quantized operator; *J. Funct. Anal.* 260, No. 12, 3457-3473 (2011).
3. Szymon PESZAT, Samy Tindel; Stochastic heat and wave equations on a Lie group, *Stochastic Analysis & Applications* 2010 vol. 28 iss. 4, s. 662-695.

### **Informacje dodatkowe**

Brak