

<b>WYDZIAŁ INFORMATYKI I ZARZĄDZANIA</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim ...</b> Uczenie maszynowe w systemach sterowania ....	
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim ...</b> Machine learning for control systems ....	
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> ... Inżynieria systemów ....	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> .....	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	<b>I / II stopień / jednolite studia magisterskie*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouniwersytecki*</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>INZ001859</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	90			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	3			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2,4			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,6				

\*niepotrzebne skreślić

#### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw algebry liniowej, w szczególności umiejętność posługiwania się notacją macierzową.
2. Znajomość podstaw analizy matematycznej.
3. Znajomość podstawowych pojęć statystyki.
4. Znajomość podstawowych pojęć i technik optymalizacji.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1 Zaznajomienie z podstawami teoretycznymi metod z zakresu uczenia maszynowego oraz podstawowymi zastosowaniami w obrębie systemów sterowania.

C2 Opanowanie najważniejszych narzędzi analitycznych koniecznych do rozumienia i posługiwania się metodami uczenia maszynowego w projektowaniu systemów sterowania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Znajomość podstawowych pojęć, metod i algorytmów uczenia maszynowego.

PEK\_W02 Znajomość zastosowań metod uczenia maszynowego w projektowaniu systemów sterowania.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 Umie projektować systemy sterowania wykorzystujące techniki uczenia maszynowego.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Umie ocenić przydatność i znaczenie informacji pochodzących z różnych źródeł.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp. Złożone i inteligentne systemy sterowania.	1
Wy2	Typowe zadania: predykcja, estymacja, sterowanie, detekcja zmian.	1
Wy3	Estymacja stanu procesu. Filtr Kalmana.	2
Wy4	Rodzina filtrów Kalmana: rozszerzony, bezśladowy, cząsteczkowy, zagregowany.	1
Wy5	Algorytmy detekcji zmian.	2
Wy6	Sekwencyjny problem decyzyjny. Proces decyzyjny Markowa.	1
Wy7	Uczenie ze wzmocnieniem i sterowanie robotami. Programowanie dynamiczne.	2
Wy8	Systemy wielorobotowe i wieloagentowe.	2
Wy9	Sieci neuronowe.	2
Wy10	Adaptacja w systemach sterowania.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Powtórzenie wybranych wiadomości: estymator najmniejszych kwadratów i maksymalnej wiarygodności, estymator Bayesa.	3
Ćw2	Rekurencyjne algorytmy estymacji. Filtr Kalmana.	2
Ćw3	Opisy złożonych systemów sterowania.	2
Ćw4	Programowanie dynamiczne i proces Markowa.	2
Ćw5	Uczenie ze wzmocnieniem.	2
Ćw6	Regulator neuronowy.	2
Ćw7	Kolokwium.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny. Prezentacje multimedialne.

N2. Praca własna studenta – studia literaturowe.

N3. Rozwiązywanie zadań obliczeniowych oraz zadań z treścią.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01, PEK_U01	Kolokwium z ćwiczeń
F2	PEK_U01, PEK_K01	Aktywność podczas zajęć
F3	PEK_W01, PEK_W02	Egzamin z wykładu
P1 – ocena z ćwiczeń uwzględniająca F1 i F2		
P2 – ocena z wykładu na podstawie F3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Dimitri P. Bertsekas, John N. Tsitsiklis, John Tsitsiklis, Dimitri P. Bertsekas, *Neuro-Dynamic Programming*, Athena Scientific, 1996
- [2] Bertsekas, D. P., Bertsekas, D. P., Bertsekas, D. P., & Bertsekas, D. P., *Dynamic programming and optimal control*, Athena scientific, 1995
- [3] Fredrik Gustafsson. *Adaptive filtering and change detection*. New York: Wiley, 2000
- [4] Dan Simon, *Optimal state estimation: Kalman, H infinity, and nonlinear approaches*. John Wiley & Sons, 2006
- [5] Simon Haykin, *Neural networks and learning machines*, New York: Prentice Hall, 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Marco Wiering, Martijn van Otterlo, *Reinforcement Learning: State-of-the-Art*, Springer 2012
- [2] Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, 2ed, The MIT Press 2015
- [3] Jiming Liu, Jianbing Wu, *Multiagent Robotic Systems*, CRC Press 2001
- [4] Gerhard Weiss, *Multiagent Systems: Intelligent Robotics and Autonomous Agents*, Second Edition

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**dr inż. Jarosław Drapala, [jaroslaw.drapala@pwr.edu.pl](mailto:jaroslaw.drapala@pwr.edu.pl)**