

**WYDZIAŁ MATEMATYKI****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: **Sieci neuronowe**  
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Neural networks**  
Kierunek studiów: **Matematyka**  
Specjalność:  
Stopień studiów i forma: **I stopień, stacjonarna**  
Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**  
Kod przedmiotu:  
Grupa kursów: **TAK**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>		<b>30</b>		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>75</b>		50		
Forma zaliczenia	<b>Zaliczenie na ocenę</b>				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	<b>X</b>				
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,3		

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

1. Programowanie Python, podstawy uczenia maszynowego
2. Analiza wielu zmiennych (gradient)
3. Podstawy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Utrwalenie poznanych mechanizmów działania sieci neuronowej  
C2 Zapoznanie studentów z algorytmami uczenia sieci  
C3 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi typami architektury sieci neuronowych  
C4 Umiejętność konstrukcji i doboru odpowiedniej sieci neuronowej w zależności od zastosowań

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student zna podstawowe pojęcia teoretyczne (neuron, funkcja kosztu, entropia)

PEU\_W02 Student zna algorytmy gradientu, propagacji wstecznej i optymalizacji

PEU\_W03 Student zna nowoczesne modele sieciowe i ich typowe zastosowania

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Student potrafi przygotować dane i używać bibliotek programistycznych służących do wdrażania sieci neuronowych (TensorFlow, Keras)

PEU\_U02 Student potrafi skonstruować sieć neuronową adekwatną do danego zadania

PEU\_U02 Student potrafi stosować statystyczne metody ewaluacji sieci neuronowych i umie przeanalizować osiągnięte rezultaty.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student potrafi pracować w zespole i komunikować osiągnięte rezultaty w formie pisemnej i ustnej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu sieci neuronowych. Model neuronu. Sieci wielowarstwowe. Algorytm propagacji wstecznej (wyprowadzenie wzoru).	2
Wy2	Twierdzenie o uniwersalnej aproksymacji.	2
Wy3	Elementy teorii informacji: entropia Shannona, dywergencja Kullbacka – Leiblera, informacja wzajemna.	2
Wy4- Wy6	Kluczowe architektury sieci i techniki zaawansowane: style transfer, generacja danych syntetycznych, używanie sieci wstępnie wyuczonych (transfer learning), Style GAN. Kruchłość mechanizmu uczenia (adversarial attacks).	6
Wy7- Wy9	Reinforcement learning, algorytm AlphaZero.	6
Wy10 - Wy12	Sieci z mechanizmem uwagi: modele klasy Transformers (attention networks).	6
Wy13 - Wy14	Diffusion models.	4
Wy15	Próby interpretacji matematycznej mechanizmu uczenia sieci. Test.	2
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1- La3	Porównanie rozwiązań klasycznego uczenia maszynowego i sieci neuronowych. Praca z plikami w różnych formatach, wizualizacje, tablice	6

	wielowymiarowe numpy. Przetwarzanie obrazów, elementy bibliotek pillow.	
La4	Zajęcia praktyczne z teorii informacji.	2
La5-La6	Realizacja efektywna zaawansowanych technik sieciowych.	4
La7-La9	Implementacja i zastosowanie algorytmu AlphaZero.	6
La10	Oddawanie projektu.	2
La11-La12	Elementy biblioteki Pytorch	4
La13-La14	Wykorzystania modeli klasy Transformers do analizy tekstu.	4
La15	Diffusion models.	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład  
N2. Laboratorium  
N3. Konsultacje

### 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	PEU_W01-PEU_W03	Sprawdzian na wykładzie
F2	PEU_U01-PEU_03	Ocena rozwiązanych zadań i ćwiczeń
F3	PEU_K01	Ocena ćwiczeń wykonywanych w zespole i prezentacji wyników
P1	PEU_W01-PEU_W03	Test na wykładzie
P2	PEU_U01-PEU_03	Punkty zdobyte za wykonane ćwiczenia i aktywność w ciągu semestru

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] “Deep Learning”. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville
- [2] “Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow”. Aurélien Géron
- [3] “Neural Networks and Deep Learning”. Michael Nielsen
- [4] “Natural Language Processing with Transformers”. Lewis Tunstall et al.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] “Introduction to Machine Learning”. Second Edition. Ethem Alpaydm. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2010.
- [2] „Systemy uczące się”. Cichosz Paweł. WNT, 2009.

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

Dr inż. Karol Szczypkowski (karol.szczypkowski@pwr.edu.pl)

**i.**