

**WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa w języku polskim: Sztuczna inteligencja w automatyce elektroenergetycznej****Nazwa w języku angielskim: Artificial intelligence in powers system protection and control****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Automatyka i Robotyka****Specjalność (jeśli dotyczy): Automatyka i Sterowanie w Energetyce****Stopień studiów i forma: II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu ARR022115W+P****Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120			30	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2			0,6	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****W zakresie wiedzy:**

1. Znajomość podstaw automatyki zabezpieczeniowej, cyfrowego przetwarzania sygnałów i metod numerycznych

**W zakresie umiejętności:**

1. Praktyczna umiejętność posługiwania się oprogramowaniem MATLAB oraz ATP-EMTP

**W zakresie kompetencji społecznych:**

1. Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

**CELE PRZEDMIOTU****C1. Opanowanie technik sztucznej inteligencji oraz podstaw teorii procesów decyzyjnych w odniesieniu do układów automatyki i sterowania.****C2. Nabycie praktycznych umiejętności w zakresie projektowania i analizy układów automatyki elektroenergetycznej i sterowania z zastosowaniem technik sztucznej inteligencji.**

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### **Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 - Ma wiedzę w zakresie systemów ekspertowych: właściwości, struktura, metody wnioskowania, strategie rozwiązywania konfliktów, obszary zastosowań.

PEK\_W02 - Ma wiedzę w zakresie układów z logiką rozmytą:– sygnały rozmyte, funkcje przynależności, nastawy rozmyte, metody fuzyfikacji i defuzyfikacji, realizacja algorytmów wielokryterialnych.

PEK\_W03 - Ma wiedzę w zakresie sztucznych sieci neuronowych: właściwości, typy neuronów i funkcje aktywacji, struktury sieci neuronowych, metody uczenia, pola zastosowań.

PEK\_W04 - Ma wiedzę w zakresie algorytmów genetycznych: strategie ewolucyjne, modyfikacje genetyczne.

### **Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi wykorzystać systemy ekspertowe do celów automatyki zabezpieczeniowej.

PEK\_U02 - Potrafi wykorzystać układy z logiką rozmytą do celów automatyki zabezpieczeniowej.

PEK\_U03 - Potrafi wykorzystać sztuczne sieci neuronowe do celów automatyki zabezpieczeniowej.

PEK\_U04 - Potrafi wykorzystać algorytmy genetyczne do celów automatyki zabezpieczeniowej.

### **Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_K01 - Potrafi w sposób kompetentny, samodzielnie, dokonując analizy wielokryterialnej opracować złożony projekt inżynierski.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Ustalenie zasad zaliczenia. Definicja sztucznej inteligencji (SI), SI jako dział nauki, zainteresowanie metodami SI w elektroenergetyce, statystyka zastosowania metod SI w automatyce elektroenergetycznej.	2
Wy2	Podejście SI do problemów zabezpieczeniowych – problemy współczesnych zabezpieczeń cyfrowych, zabezpieczenie jako urządzenie klasyfikujące, zadania zabezpieczeniowe jako problemy rozpoznawania wzorców.	2
Wy3	Systemy ekspertowe (SE) – definicje, baza wiedzy, baza danych, mechanizmy wnioskowania.	2
Wy4	SE – reguły i struktury semantyczne, akwizycja reguł, metody wnioskowania, metody rozwiązywania konfliktów.	2
Wy5	Systemy ekspertowe – obszary zastosowań, przykłady.	2
Wy6	Logika rozmyta (LR) – podstawy teorii zbiorów rozmytych, operacje na zbiorach rozmytych, arytmetyka rozmyta.	2
Wy7	Zmienne lingwistyczne, operatory agregacji, wnioskowanie rozmyte.	2
Wy8	Elementy LR w automatyce elektroenergetycznej – rozmyte sygnały kryterialne, rozmyte nastawy, rozmyte porównanie, ilość informacji, wielokryterialne podejmowanie decyzji.	2
Wy9	Przykłady zastosowania LR w zabezpieczeniach elektroenergetycznych.	2
Wy10	Sztuczne sieci neuronowe (SSN) – modele neuronów, rodzaje funkcji aktywacji, sieci typu wielowarstwowy perceptron.	2
Wy11	Wybrane architektury SSN: sieci jednokierunkowe i ze sprzężeniem zwrotnym, sieci Hopfielda, sieci Kohonena.	2
Wy12	Problemy projektowania SSN – wybór struktury sieci, generacja wzorców uczących, metody uczenia z nauczycielem i bez nauczyciela, techniki przyspieszania procesu uczenia, generalizacja wiedzy a przeuczenie sieci.	2
Wy13	Przykłady zastosowania SSN w automatyce elektroenergetycznej.	2
Wy14	Algorytmy genetyczne – strategie ewolucyjne, genetyczna modyfikacja populacji, optymalizacja genetyczna, przykłady zastosowania.	2

Wy15	Porównanie własności przedstawionych metod SI, struktury mieszane, przykłady.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1-2	Projekt i optymalizacja działania układu ekspertowego do realizacji wybranego zadania decyzyjnego.	4
Pr3-4	Projekt i testowanie układu rozmytego do realizacji zadanej funkcji pomiarowej/decyzyjnej.	4
Pr5-6	Projekt i testowanie neuronowego układu pomiarowego/decyzyjnego.	4
Pr7	Projekt genetycznej procedury optymalizacji dla wybranego zadania pomiarowego/decyzyjnego.	2
Pr8	Prezentacja opracowanych projektów, zaliczenie.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1 - Wykład informacyjny	
N2 – Program Matlab oraz ATP-EMTP	
N3 – Prezentacja projektu	

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>WYKŁAD</b>		
F1	PEK_W01÷ PEK_W04	uczestnictwo w zajęciach
F2	PEK_W01÷ PEK_W04	egzamin końcowy
$P = 0,1F1 + 0,9F2$		
<b>PROJEKT</b>		
F1	PEK_U01÷ PEK_U04	aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01÷ PEK_U04	prezentacja projektu zaliczeniowego
$P = 0,2F1 + 0,8F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Flasiński M., Wstęp do sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2011</p> <p>[2] Rutkowski L., Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2009</p> <p>[3] Rosołowski E.: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w automatyce elektroenergetycznej. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2002</p> <p>[4] Grzech A., Inżynieria wiedzy i systemy ekspertowe, Exit, Warszawa 2009</p> <p>[5] Markowska-Kaczmar U., Kwaśnicka H., Sieci neuronowe w zastosowaniach, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 2005</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Rebizant W., Szafran J., Wiszniewski A., Digital signal processing in power system protection and control, Springer, London 2011</p> <p>[2] Russel S.J., Norvig P., Artificial intelligence: a modern approach, Prentice Hall, Pearson, 2010</p> <p>[3] James J. Buckley, Esfandiar Eslami, An introduction to fuzzy logic and fuzzy sets, Heidelberg Physica-Verlag, 2002</p> <p>[4] Dillon T.S. and Niebur D. (edited by), Neural Network Applications in Power Systems, CRL Publishing Ltd., London, 1996</p> <p>[5] Liebowitz J., The Handbook of applied expert systems, Boca Raton, CRC Press, 1998</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Waldemar Rebizant, waldemar.rebizant@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Sztuczna inteligencja w automatyce elektroenergetycznej**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU: Automatyka i Robotyka**  
**I SPECJALNOŚCI: Automatyka i Sterowanie w Energetyce**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów</b>	<b>Cele przedmiotu**</b>	<b>Treści programowe**</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego**</b>
PEK_W01	S2ASE_W07	C1	Wy1 ÷ Wy5	N1
PEK_W02	S2ASE_W07	C1	Wy6 ÷ Wy9, Wy15	N1
PEK_W03	S2ASE_W07	C1	Wy10 ÷ Wy13, Wy15	N1
PEK_W04	S2ASE_W07	C1	Wy14 ÷ Wy15	N1
PEK_U01	S2ASE_U05	C2	Pr1 ÷ Pr2, Pr8	N2, N3
PEK_U02	S2ASE_U05	C2	Pr3 ÷ Pr4, Pr8	N2, N3
PEK_U03	S2ASE_U05	C2	Pr5 ÷ Pr6, Pr8	N2, N3
PEK_U04	S2ASE_U05	C2	Pr7 ÷ Pr8	N2, N3
PEK_K01	S2ASE_K01, S2ASE_K02	C2	Pr8	N3

\*\* - z tabeli powyżej