

**SYLABUS PRZEDMIOTU – SZKOŁA DOKTORSKA  
CYKL KSZTAŁCENIA OD 2024/2025 DO 2028/2029**

<b>OGÓLNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE</b>				
Tytuł przedmiotu		<b>SEMINARIUM DOKTORANCKIE</b>		
Nazwa jednostki realizującej przedmiot		Szkoła Doktorska w Uniwersytecie Rzeszowskim		
Typ przedmiotu ( <i>obowiązkowy, fakultatywny</i> )		<b>przedmiot obowiązkowy</b>		
Rok/semestr		rok I -IV, semestr: I - VII		
Dyscyplina		Nauki Fizyczne		
Język wykładowy		język angielski		
Imię i nazwisko koordynatora przedmiotu		Dr hab. Andrzej Wał, prof. UR Dr hab. Levan Chotorlishvili, prof. PRz		
Imię i nazwisko osoby prowadzącej/osób prowadzących przedmiot		Dr hab. Andrzej Wał, prof. UR Dr hab. Levan Chotorlishvili, prof. PRz		
Wymagania wstępne		Pogłębiona znajomość analizy matematycznej oraz fizyki		
<b>STRESZCZENIE PRZEDMIOTU</b>				
<i>(syntetyczny opis treści oraz celów przedmiotu; 100-200 słów)</i>				
Celem badań jest analiza dynamiki neuronów modelowanych poprzez rekurencyjne sieci neuronowe przy użyciu metod matematycznych i fizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem procesów stochastycznych. Praca skupia się na modelowaniu potencjału czynnościowego neuronów oraz badaniu równań Hodgkina-Huxleya (H-H), kluczowych dla opisu aktywności neuronalnej. Wykorzystując metody nierównowagowej fizyki statystycznej, analizowane są stochastyczne właściwości sieci neuronowych, co pozwala na lepsze zrozumienie ich dynamiki i potencjalnych zaburzeń. Przewidywane jest zastosowanie metody całkowania Itô-Stratonovicha oraz równań Fokkera-Plancka do opisu układu. Ostatecznym celem jest opracowanie modeli teoretycznych umożliwiających wyjaśnienie wpływu parametrów sieci neuronowych na zjawiska patologiczne, co może przyczynić się do lepszego zrozumienia niestabilnych zachowań układu.				
<b>EFEKTY UCZENIA SIĘ DLA PRZEDMIOTU I METODY WERYFIKACJI *</b>				
Symbol efektu uczenia się	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK (symbol)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., itp.)	Metody weryfikacji (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt itp.)
<b>Wiedza:</b>	<b>zna i rozumie, posiada wiedzę</b>			
<b>Lp.</b>				
<b>P8S_WG1</b>	szeroką wiedzę teoretyczną i aktualny dorobek naukowy w tym światowy z zakresu modelowania rekurencyjnych sieci neuronowych, a także zna zagadnienia ogólne z zakresu budowy neuronów układu nerwowego i ich własności;	P8S_WG	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja
<b>P8S_WG2</b>	kierunki rozwoju badań naukowych i najnowsze odkrycia, w tym także o zasięgu światowym w obszarze opisu sieci rekurencyjnych poprzez nieliniowe równania różniczkowe zwyczajne;	P8S_WG	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja
<b>P8S_WG3</b>	zna, rozumie i potrafi stosować pojęcia fachowe używane w opisach	P8S_WG	seminarium	wypowiedź ustna

	układu dynamicznego z wykorzystaniem rekurencyjnych sieci neuronowych;					
<b>Umiejętności: Lp.</b>	<b>potrafi</b>					
<b>P8S_UW1</b>	w oparciu o posiadaną wiedzę z różnych dziedzin nauki potrafi rozwiązywać układy nieliniowych równań różniczkowych opisujących układy dynamiczne, także z wykorzystaniem metod przybliżonych;		P8S_UW	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>P8S_UW2</b>	wybrać i wykorzystać literaturę naukową do diagnozowania i rozwiązywania problemów badawczych dotyczących zachowania rekurencyjnych sieci neuronowych w zależności od parametrów modelu, także w celu uzyskania nowych wyników z tego obszaru;		P8S_UW	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>P8S_UW3</b>	wykorzystać posiadaną wiedzę do analizowania i oceny wyników badań naukowych, w tym krytycznej ich oceny;		P8S_UW	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>P8S_UK6</b>	publicznie przemówić, by zaprezentować wyniki badań naukowych oraz uczestniczyć w dyskusji na tematy naukowe i zawodowe w międzynarodowym środowisku, posługując się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego;		P8S_UK	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>Kompetencje społeczne: Lp.</b>	<b>jest gotów do</b>					
<b>P8S_KK1</b>	krytycznej oceny dorobku związanego z analizą rekurencyjnych sieci neuronowych oraz do krytycznej oceny wkładu wyników własnej działalności badawczej w rozwój tego obszaru badań;		P8S_KK	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>P8S_KK3</b>	dzięki posiadanej wiedzy rozwiązuje problemy poznawcze i praktyczne w obszarze zjawisk nieliniowych w rekurencyjnych sieciach neuronowych;		P8S_KK	seminarium	wypowiedź ustna, dyskusja	
<b>FORMY ZAJĘĆ DYDAKTYCZNYCH, WYMIAR GODZIN I PUNKTÓW</b>						
Semestr (nr)	Wykł.	Ćw./Konw.	Lab.	Prakt.	Inne	Liczba pkt. ECTS
I - VII	-	-	-	-	7 x 15 godz. - 105 godz.	14
<b>METODY DYDAKTYCZNE</b>						
<i>dyskusja naukowa, studium literatury naukowej, przygotowanie i prezentacja metod badawczych, wyników badań</i>						

## TREŚCI PROGRAMOWE

### semestr I

- 1) Przegląd literatury związanej z tematyką badań.
- 2) Jakościowe metody rozwiązywania nieliniowych równań różniczkowych zwyczajnych.

### semestr II

- 1) Modelowanie potencjału czynnościowego neuronów.
- 2) Równania Hodgkina-Huxleya, parametry równań odniesione do modelu opisującego neuron.

### semestr III

- 1) Metody nierównowagowej fizyki statystycznej.
- 2) Przygotowanie wystąpienia prezentującego uzyskane wyniki.

### semestr IV

- 1) Linearyzacja równań Hodgkina-Huxleya (H-H) w okolicy punktu stałego.
- 2) Rozwinięcie równań H-H z wykorzystaniem metody Kramersa-Moyal'a.

### semestr V

- 1) Analiza równań Fokkera-Plancka.
- 2) Metoda całkowania Ito-Stratonovicha jako narzędzie w teorii procesów stochastycznych.

### semestr VI

- 1) Rozwiązywanie numeryczne zbioru równań różniczkowych opisujących rekurencyjne sieci neuronowe.
- 2) Analiza parametrów opisujących sieci neuronowe z uwzględnieniem ich stochastyczności.

### semestr VII

- 1) Nieliniowa funkcja wzmocnienia oraz inne parametry rekurencyjnej sieci neuronowej i ich wpływ na choroby dynamiczne.
- 2) Przygotowanie wystąpienia prezentującego uzyskane wyniki.

## WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU (KRYTERIA OCENIANIA)

Ocenie podlega ciągła praca doktoranta w każdym semestrze i roku akademickim w zakresie: realizacji badań, poszerzania wiedzy, studiowania literatury, zaangażowania oraz postępów w przygotowaniu pracy doktorskiej. Możliwe oceny semestralne to: 2.0, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0.

### Wymagania procentowe dla skali ocen:

*Aby uzyskać ocenę pozytywną stosuje się przelicznik za odpowiedni procent uzyskanych punktów:*

- do 50% - niedostateczny, (doktorant nie robi postępów w badaniach naukowych, nie poszerza wiedzy, nie studiuje literatury naukowej, nie uczestniczy w merytorycznej dyskusji, nie wywiązuje się z obowiązków naukowych);
- 51% - 60% - dostateczny, (doktorant robi znikome postępy w badaniach naukowych, poszerza wiedzę, studiuje literaturę podstawową, prowadzona dyskusja ogranicza się do wąskiego zakresu wiedzy merytorycznej, wywiązuje się z podstawowych obowiązków naukowych);
- 61% - 70% - dostateczny plus, (doktorant robi postępy w badaniach naukowych, poszerza wiedzę, studiuje literaturę podstawową, merytorycznie uczestniczy w dyskusji, wywiązuje się z obowiązków naukowych);
- 71% - 80% - dobry, (doktorant robi znaczące postępy w badaniach naukowych, poszerza wiedzę, studiuje literaturę podstawową i uzupełniającą, merytorycznie uczestniczy w dyskusji, wywiązuje się z wszystkich obowiązków naukowych);
- 81% - 90% - dobry plus, (doktorant robi znaczące postępy w badaniach naukowych, systematycznie poszerza wiedzę, studiuje literaturę podstawową i uzupełniającą, merytorycznie uczestniczy w dyskusji, wywiązuje się z wszystkich obowiązków naukowych);
- 91% - 100% - bardzo dobry (doktorant robi znaczące postępy w badaniach naukowych, systematycznie poszerza wiedzę, studiuje literaturę podstawową, uzupełniającą i wykraczającą poza obowiązującą, merytorycznie uczestniczy w dyskusji, wywiązuje się z wszystkich obowiązków naukowych);

## CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY DOKTORANTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny realizowane w kontakcie bezpośrednim wynikające z programu studiów	<b>7 x 15 godz. – 105 godz.</b>

Inne z udziałem nauczyciela (udział w konsultacjach, egzaminie)	6
Godziny realizowane samodzielnie przez doktoranta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	309
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>420</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS*</b>	<b>14</b>

#### LITERATURA

Literatura podstawowa:	<p>[1] D. W. Jordan and P. Smith, Nonlinear ordinary differential equations: problems and solutions: a sourcebook for scientists and engineers. Oxford: Oxford University Press, 2007.</p> <p>[2] W. Gerstner, W. M. Kistler, R. Naud, and L. Paninski, Neuronal dynamics: from single neurons to networks and models of cognition. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014.</p> <p>[3] P. Dayan and L. F. Abbott, Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. in Computational neuroscience. Cambridge, Mass: Massachusetts Institute of Technology Press, 2001.</p>
Literatura uzupełniająca:	<p>[1] J. Cronin, Mathematical aspects of Hodgkin-Huxley neural theory. in Cambridge studies in mathematical biology, no. 7. Cambridge: Cambridge University press, 1987.</p> <p>[2] V. Balakrishnan, Elements of nonequilibrium statistical mechanics. Cham, Switzerland: Springer, 2021.</p> <p>[3] B. K. Øksendal, Stochastic differential equations: an introduction with applications, Sixth edition, Sixth corrected printing. in Universitext. Berlin Heidelberg New York Dordrecht London: Springer, 2013.</p> <p>[2] F. M. Salem, Recurrent neural networks: from simple to gated architectures. Cham: Springer, 2022.</p>

*\*(1 PUNKT ECTS ODPOWIADA OD 25 – 30 GODZIN CAŁKOWITEGO NAKŁADU PRACY DOKTORANTA, POTRZEBNEGO DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW)*

.....  
Data i podpis prowadzącego przedmiotu

.....  
Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej