

**OPIS MODUŁU KSZTAŁCENIA (przedmiot lub grupa przedmiotów)**

<b>Nazwa modułu/ przedmiotu</b> Równania różniczkowe		<b>Przedmiot</b> Równania różniczkowe			
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b> Instytut Matematyki					
<b>kierunek</b>	<b>specjalność</b>	<b>specjalizacja</b>	<b>semestr</b>	<b>poziom kształcenia/ forma kształcenia</b>	<b>forma studiów</b>
Matematyka		nauczycielska	4	SDS	Stacjonarne/ niestacjonarne
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b> prof. Ihor Korol, dr Sławomir Jodko-Narkiewicz					
<b>Formy zajęć</b>	<b>Liczba godzin</b>				<b>Liczba punktów ECTS</b>
	<b>N (nauczyciel)</b>		<b>S (student)</b>		
	studia stacjonarne	studia niestacjonarne	studia stacjonarne	studia niestacjonarne	
<b>(W) wykład</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>2</b>
Przygotowanie do wykładu			15	21	
Przygotowanie do zaliczenia			20	20	
<b>(CAU) ćwiczenia audytoryjne</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>2</b>
Przygotowanie do ćwiczeń			15	20	
Przygotowanie do kolokwium			10	11	
Przygotowanie domowej pracy kontrolnej			10	10	
<b>Razem</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>4</b>
<b>Metody dydaktyczne</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>(W) wykład: wykład problemowy, wykład problemowy wspomagany pokazem multimedialnym</li> <li>(CAU) ćwiczenia audytoryjne: ćwiczenia praktyczne - rozwiązywanie zadań, metoda problemowa, praca w grupach</li> </ul>					
<b>Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi</b>					
A. Wymagania formalne: analiza funkcjonalna					
B. Wymagania wstępne:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>wiadomości: formułuje definicje i twierdzenia dotyczące funkcji ciągłych, podaje definicje i twierdzenia z zakresu ciągów i szeregów funkcyjnych; podaje podstawowe twierdzenia rachunku różniczkowego, podaje podstawowe twierdzenia rachunku całkowego, definiuje podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych; rozpoznaje najważniejsze typy podzbiorów przestrzeni metrycznej, formułuje definicje i twierdzenia z zakresu algebry liniowej, zna pojęcie przestrzeni unormowanej, zna pojęcie równania różniczkowego.</li> <li>umiejętności: wylicza pochodną funkcji jednej zmiennej, całkuje funkcje jednej zmiennej; bada ciągłość, różniczkowalność i całkowalność (w sensie Riemanna) funkcji wielu zmiennych, posługuje się pojęciem macierzy, rozwiązuje układy równań liniowych o stałych współczynnikach, oblicza wyznaczniki, wykonuje działania na macierzach.</li> </ul>					
<b>Cele przedmiotu</b>					
Poznanie podstawowych twierdzeń teorii równań różniczkowych zwyczajnych. Dyskusja liniowych					

układów równań różniczkowych i równań liniowych rzędu  $n$  o zmiennych współczynnikach.  
Wprowadzenie w zagadnienia teorii stabilności.

### Treści programowe

Podstawowe twierdzenia teorii równań różniczkowych. Istnienie i jednoznaczność rozwiązań problemu Cauchy'ego - lokalne i globalne wersje twierdzenia Picarda-Lindelöfa. Ciągła zależność rozwiązania od warunków początkowych i od prawej strony równania. Rozwiązania przybliżone. Twierdzenie Peano. Wyższa regularność. Liniowe układy równań różniczkowych. Macierz fundamentalna; twierdzenie Liouville'a. Liniowe równania różniczkowe rzędu  $n$  o zmiennych współczynnikach. Liniowe układy równań różniczkowych o stałych współczynnikach. Metoda Jordana wyznaczania rezolwenty. Stabilność rozwiązań równania różniczkowego w sensie Lapunowa. Kryteria stabilności. Punkty osobliwe; rodzaje punktów osobliwych. Twierdzenia o istnieniu rozwiązań równań różniczkowych w przestrzeniach nieskończenie wymiarowych. Zbiór rozwiązań -- charakteryzacja topologiczna. Metoda przekształcania Laplace'a.

### Efekty kształcenia

#### Wiedza

W\_01 Potrafi sformułować i podać dowody podstawowych twierdzeń teorii równań różniczkowych.

W\_02 Zna teorię liniowych układów równań różniczkowych rzędu 1.

W\_03 Potrafi sformułować pewne odpowiedniki (przy dodatkowych założeniach) twierdzenia Peano w przestrzeniach nieskończenie wymiarowych.

W\_04 Formułuje wstępne pojęcia teorii stabilności w sensie Lapunowa równań autonomicznych.

W\_05 Potrafi scharakteryzować topologicznie zbiór rozwiązań równania różniczkowego.

#### Umiejętności

U\_01 Umie przeprowadzić dowody podstawowych twierdzeń o istnieniu rozwiązań równań różniczkowych.

U\_02 Konstruuje rozwiązanie układu liniowego jednorodnego i zna postać rozwiązania układu niejednorodnego.

U\_03 Potrafi wskazać związek teorii liniowych układów równań różniczkowych z teorią równań liniowych rzędu  $n$  o zmiennych współczynnikach.

U\_04 Potrafi sklasyfikować punkty równowagi równań autonomicznych w przestrzeni  $R^2$ .

#### Kompetencje społeczne

K\_01 Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, jest otwarty na poszukiwanie niestandardowych rozwiązań.

### Sposób zaliczenia oraz formy i podstawowe kryteria oceny/wymagania egzaminacyjne

#### A. Sposób zaliczenia

(W) – zaliczenie z oceną

(CAU) – zaliczenie z oceną

#### B. Sposoby weryfikacji i oceny efektów

(W) Wykład - zaliczenie pisemne – pytania otwarte i zamknięte – efekty: W\_01, W\_02, W\_03, W\_04, W\_05, K\_01

(CAU) Ćwiczenia audytoryjne

- kolokwia pisemne – pytania otwarte - efekty: U\_01, U\_02, U\_03, U\_04, K\_01

- domowa praca kontrolna - efekty: U\_01, U\_02, U\_03, U\_04, K\_01

Maksymalna liczba punktów to  $a$ . Ocena K z zaliczenia pisemnego, kolokwium, domowej pracy kontrolnej jest wyliczona według zasady:

$K \in [0\% a, 50\% a)$	niedostateczna
$K \in [50\% a, 60\% a)$	dostateczna
$K \in [60\% a, 70\% a)$	dostateczna plus
$K \in [70\% a, 80\% a)$	dobra
$K \in [80\% a, 90\% a)$	dobra plus
$K \in [90\% a, 100\% a]$	bardzo dobra

Oceną zaliczenia wykładu (W) jest ocena z zaliczenia pisemnego.

Ocena zaliczenia ćwiczeń (CAU) jest obliczona jako średnia arytmetyczna ocen z kolokwium pisemnych oraz oceny z domowej pracy kontrolnej.

Końcowa ocena z zaliczenia przedmiotu jest wyliczona jako średnia ważona ocen otrzymanych za poszczególne formy zajęć, dla których wagami są

		przypisane im liczby punktów ECTS.
<b>Matryca efektów kształcenia dla przedmiotu</b>		
<b>Numer (symbol) efektu kształcenia</b>	<b>Odniesienie do efektów kształcenia dla programu</b>	<b>Odniesienie do charakterystyki drugiego stopnia PRK dla obszaru/obszarów</b>
W_01	K2P_W02, K2P_W03, K2P_W06, K2P_W13	P7S_WG
W_02	K2P_W03, K2P_W06, K2P_W13	P7S_WG
W_03	K2P_W02, K2P_W06	P7S_WG
W_04	K2P_W02, K2P_W03, K2P_W06,	P7S_WG
W_05	K2P_W02, K2P_W06	P7S_WG
U_01	K2P_U01, K2P_U02, K2P_U06	P7S_UW, P7S_UK
U_02	K2P_U01, K2P_U06, K2P_U16, K2P_U17,	P7S_UW
U_03	K2P_U01, K2P_U02, K2P_U04, K2P_U06,	P7S_UW, P7S_UK
U_04	K2P_U01, K2P_U04, K2P_U06	P7S_UW
K_01	K2P_K01	P7S_KK
<b>Wykaz literatury</b>		
<b>A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. W. I. Arnold, Równania różniczkowe zwyczajne. PWN, Warszawa 1975.</li> <li>2. L. Górniewicz, R. S. Ingarden, Analiza matematyczna dla fizyków t.2., PWN, Warszawa 1981.</li> <li>3. M. Kwapisz, Elementy zwyczajnych równań różniczkowych, Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2007.</li> <li>4. J. Muszyński, Równania różniczkowe zwyczajne i elementy rachunku wariacyjnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.</li> <li>5. J. Muszyński, A.D. Myszkis, Równania różniczkowe zwyczajne, PWN, Warszawa 1984.</li> </ol>		
<b>B. Literatura uzupełniająca:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Deimling, Ordinary Differential Equation in Banach Spaces, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1977.</li> <li>2. R. Engelking, Topologia ogólna, PWN, Warszawa 1976.</li> <li>3. Hartman P. Ordinary differential equations. J. Wiley and Sons, New York, 1964.</li> <li>4. J. Musielak, Wstęp do analizy funkcjonalnej, PWN, Warszawa 1989.</li> <li>5. A. Palczewski, Równania różniczkowe zwyczajne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1999.</li> </ol>		
<b>Kontakt</b>		
dr Małgorzata Turowska malgorzata.turowska@apsl.edu.pl		