

**KAPITAŁ LUDZKI**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCIProjekt współfinansowany przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu
Społecznego**UNIA EUROPEJSKA**
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Nazwa przedmiotu		Kod ECTS	
Równania różniczkowe i analiza pól		11.1.0173	
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot			
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki			
Studia			
wydział	kierunek	poziom	pierwszego stopnia
Wydział Oceanografii i Geografii	Oceanografia	forma	stacjonarne
		moduł	oceanografia fizyczna
		specjalnościowy	
		specjalizacja	wszystkie
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)			
prof. UG, dr hab. Marcin Marciniak; prof. dr hab. Władysław Majewski; prof. dr hab. Robert Alicki			
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS	
Formy zajęć		6	
Wykład, Ćw. audytoryjne		Zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego	
Sposób realizacji zajęć		Liczba punktów ECTS: 4	
zajęcia w sali dydaktycznej		Łączna liczba godzin: 102	
Liczba godzin		- udział w wykładach: 45	
Ćw. audytoryjne: 45 godz., Wykład: 45 godz.		- udział w ćwiczeniach: 45	
		- udział w egzaminie/zaliczeniu: 2	
		- udział w konsultacjach: 10	
		Praca własna studenta	
		Liczba punktów ECTS: 2	
		Łączna liczba godzin: 60	
		- przygotowanie do egzaminu/zaliczenia: 30	
		- zajęcia o charakterze praktycznym: 30	
Cykl dydaktyczny			
2017/2018 zimowy			
Status przedmiotu		Język wykładowy	
- obowiązkowy - fakultatywny (do wyboru)		polski	
Metody dydaktyczne		Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne	
- wykład z prezentacją multimedialną		Sposób zaliczenia	
- ćwiczenia audytoryjne - dyskusja		- Egzamin	
- ćwiczenia audytoryjne - rozwiązywanie zadań		- Zaliczenie na ocenę	
		Formy zaliczenia	
		Wykład	
		- egzamin pisemny: z zadaniami otwartymi	
		- egzamin ustny	
		Ćwiczenia	
		- kolokwium	
		- samodzielne opracowanie problemu	
		Podstawowe kryteria oceny	

Wykład

- uzyskanie min. 50% punktów z egzaminu pisemnego lub poprawna odpowiedź na spośród trzech pytań na egzaminie ustnym

Ćwiczenia

- poprawne opracowanie zadanego problemu
- uzyskanie min. 50% punktów z pisemnego kolokwium

Sposób weryfikacji założonych efektów kształcenia**Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi****A. Wymagania formalne**

- Matematyka dla oceanografów – 1 sem.
- Elementy algebry liniowej i geometrii analitycznej – 2 sem.

B. Wymagania wstępne

- Podstawowe pojęcia logiki i teorii zbiorów. Rachunek zdań i rachunek zbiorów. Iloczyn kartezjański.
- Funkcje elementarne: funkcja potęgowa, wielomian, funkcja wymierna, funkcja wykładnicza, funkcja logarymiczna, funkcje trygonometryczne i funkcje cyklometryczne. Złożenie funkcji. Funkcja odwrotna.
- Granica ciągu liczbowego. Twierdzenia dotyczące granic: twierdzenie o trzech ciągach, twierdzenie o ciągach monotonicznych i ograniczonych. Liczba e .
- Granica funkcji rzeczywistej w punkcie; definicja Heinego i Cauchy'ego. Granice jednostronne funkcji w punkcie, granice niewłaściwe. Ciągłość funkcji w punkcie; funkcja ciągła. Własności funkcji ciągłych: własność Darboux, twierdzenie Weierstrassa. Asymptota pionowa i pozioma.
- Iloraz różnicowy; różniczkowalność funkcji w punkcie; pochodna; funkcja różniczkowalna. Interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej. Wzory na pochodną sumy, iloczynu i ilorazu funkcji; wzór na pochodną funkcji złożonej. Własności funkcji różniczkowalnych: ciągłość, twierdzenie Rolle'a, twierdzenie Lagrange'a o wartości średniej. Związki między pochodną a ekstremami lokalnymi i monotonicznością. Różniczka zupełna.
- Pochodne wyższych rzędów; funkcja n -krotnie różniczkowalna; funkcja gładka. Związki między drugą pochodną a kształtem wykresu. Twierdzenie Taylora; wzór Taylora i reszta we wzorze Taylora.
- Szereg liczbowy; zbieżność szeregu liczbowego. Kryteria zbieżności szeregu liczbowego. Szereg potęgowy; promień zbieżności szeregu potęgowego; wzór Cauchy'ego-Hadamarda. Szereg Taylora funkcji gładkiej.
- Liczby zespolone; płaszczyzna zespolona. Część rzeczywista, część urojona, moduł, sprzężenie i argument liczby zespolonej. Działania na liczbach zespolonych. Postać trygonometryczna liczby zespolonej. Wzór de Moivre'a; wzór na pierwiastki n -tego stopnia z liczby zespolonej.
- Układ równań liniowych. Macierz podstawowa i rozszerzona układu równań. Operacje elementarne na wierszach macierzy. Wyznacznik macierzy; rząd macierzy. Macierz odwrotna; macierz odwrotna. Twierdzenie Craméra.
- Przestrzeń liniowa. Liniowa niezależność układu wektorów; układ generujący; baza przestrzeni liniowej. Rozwinięcie wektora względem bazy. Macierz zmiany bazy.
- Przekształcenie liniowe. Macierz przekształcenia liniowego. Wyznacznik macierzy; rząd macierzy. Macierz odwrotna, macierz symetryczna, macierz hermitowska. Wartość własna i wektor własny.

Cele kształcenia

Dostarczenie uporządkowanej wiedzy z zakresu matematyki, fizyki, chemii, biologii i ekologii niezbędnej dla zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w środowisku wodnym.

Treści programowe**A. Problematyka wykładu**

1. Całkowanie. Konstrukcja całki Riemanna; interpretacja geometryczna. Twierdzenie Newtona-Leibniza. Całka Riemanna a całka oznaczona; związki z całką nieoznaczoną. Metody obliczania całek oznaczonych i nieoznaczonych: przez części, przez podstawianie, całkowanie funkcji wymiernych, całkowanie funkcji wymiernych od funkcji trygonometrycznych, podstawienia Eulera. Zastosowania geometryczne i fizyczne rachunku całkowego funkcji jednej zmiennej. Przestrzeń L_p funkcji całkowalnych z p -tą potęgą. Przestrzeń L_2 jako przestrzeń unitarna.
2. Szeregi Fouriera. Podział szeregu liczbowych ze względu na charakter zbieżności: bezwzględnie zbieżne, względnie zbieżne, rozbieżne. Układ trygonometryczny jako przykład układu ortogonalnego w L_2 . Szeregi trygonometryczne. Szereg Fouriera funkcji. Warunki zbieżności szeregu Fouriera: twierdzenie Parsevala o zbieżności w L_2 , twierdzenie o zbieżności jednostajnej dla funkcji ciągłych, twierdzenie Fejéra.
3. Funkcje wielu zmiennych o wartościach rzeczywistych. Ciągłość i różniczkowalność funkcji wielu zmiennych. Pochodna i pochodne cząstkowe funkcji wielu zmiennych. Gradient i pochodna kierunkowa. Badanie ekstremów lokalnych – warunki konieczne i dostateczne. Ekstrema warunkowe, metoda mnożników Lagrange'a. Funkcje uwikłane; twierdzenie o funkcji uwikłanej; różniczkowanie funkcji uwikłanych. Pochodna substancjalna.
4. Elementy analizy wektorowej. Funkcje wielu zmiennych o wartościach wektorowych – pola wektorowe; rachunek różniczkowy; macierz pochodnej. Pole gradientowe. Rotacja i dywergencja pola wektorowego; interpretacja fizyczna.
5. Całki wielokrotne. Całka funkcji wielu zmiennych po obszarze; interpretacja geometryczna. Twierdzenie Fubini'ego; zamiana całki wielokrotnej na całkę iterowaną. Twierdzenie o zamianie zmiennych w całce wielokrotnej; jacobian. Współrzędne biegunowe. Zastosowania geometryczne i fizyczne całek wielokrotnych.
6. Całki krzywoliniowe i powierzchniowe. Całka krzywoliniowa nieskierowana i skierowana; interpretacje geometryczne i fizyczne. Twierdzenia o zamianie całek krzywoliniowych na całki oznaczone. Całka powierzchniowa nieskierowana i skierowana; interpretacje geometryczne i fizyczne. Twierdzenia o zamianie całek powierzchniowych na całki podwójne. Twierdzenie Ostrogradzkiego-Gausa. Twierdzenia Greena i Stokesa; pola

wektorowe potencjalne i bezwirowe.

7. Funkcje zespolone. Holomorficzość; równania Cauchy'ego-Riemanna; porównanie z różniczkowalnością (rzeczywista). Funkcje harmoniczne; funkcje harmonicznie sprzężone. Twierdzenie Cauchy'ego. Analizyżność; warunki równoważne. Zasada maksimum. Twierdzenie Liouville'a; zasadnicze twierdzenie algebry.

8. Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie początkowe i zagadnienie brzegowe. Zagadnienie Cauchy'ego; twierdzenia Picarda-Lindelöfa i Peano. Zależność rozwiązania od warunków początkowych. Równania o zmiennych rozdzielonych, jednorodny, Bernoulliego, równania zupełne, metoda mnożnika. Równania liniowe 1-go rzędu – funkcje skalarne i wektorowe. Układy dynamiczne i potoki fazowe; stabilność rozwiązań. Równania wyższych rzędów; sprowadzanie do równań 1-go rzędu. Równania liniowe wyższych rzędów; przypadek stałych współczynników – metody przewidywania i uzmienniania stałych.

9. Zagadnienie Sturm-Liouvillea. Metoda funkcji Greena. Wielomiany ortogonalne i funkcje specjalne. Klasyfikacja zagadnień S-L.

10. Równania różniczkowe cząstkowe. Zagadnienie brzegowe. Twierdzenie Cauchy'ego-Kowalewskiej.

11. Równania różniczkowe cząstkowe 1-szego rzędu. Metoda charakterystyk dla równań liniowych i quasi-liniowych. Równanie transportu jednorodny i niejednorodny.

12. Równania różniczkowe cząstkowe 2-go rzędu. Klasyfikacja równań liniowych dwóch zmiennych niezależnych; krzywe charakterystyk; postać kanoniczna.

13. Równania fizyki matematycznej. Równanie Laplace'a; interpretacja fizyczna; rozwiązania podstawowe; funkcje harmoniczne; zasada maksimum. Równanie Poissona; problem Dirichleta; funkcja Greena. Równanie przewodnictwa cieplnego. Równanie falowe. Metoda Fouriera.

14. Transformacja Fouriera i jej zastosowania. Określenie transformaty Fouriera i jej własności. Zastosowania: potencjał Bessela, równanie ciepła, równanie falowe.

B. Problematyka ćwiczeń

1. Całkowanie. Obliczanie całek oznaczonych i nieoznaczonych. Rozwiązywanie zadań dotyczących zastosowania rachunku całkowego.

2. Szeregi Fouriera. Wyznaczanie współczynników Fouriera. Rozwijanie funkcji w szereg Fouriera; określanie zbioru punktów zbieżności szeregu Fouriera.

3. Funkcje wielu zmiennych o wartościach rzeczywistych. Badanie ciągłości funkcji wielu zmiennych. Obliczanie pochodnych cząstkowych. Badanie ekstremów lokalnych i ekstremów warunkowych funkcji wielu zmiennych. Różniczkowanie funkcji uwikłanych.

4. Elementy analizy wektorowej. Wyznaczanie gradientu funkcji; obliczanie dywergencji i rotacji pola wektorowego. Rozwiązywanie zadań dotyczących zastosowań fizycznych.

5. Całki wielokrotne. Obliczanie całek wielokrotnych; stosowanie wzoru na zamianę zmiennych ze szczególnym naciskiem na stosowanie współrzędnych biegunowych.

6. Całki krzywoliniowe i powierzchniowe. Obliczanie całek krzywoliniowych i powierzchniowych. Rozwiązywanie zadań dotyczących interpretacji geometrycznej i fizycznej.

7. Funkcje zespolone. Badanie holomorficzości funkcji zespolonych. Wyznaczanie funkcji harmonicznie sprzężonych. Obliczanie całek krzywoliniowych z funkcji zespolonych.

8. Równania różniczkowe zwyczajne. Rozwiązywanie równań 1-go rzędu: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnych, Bernoulliego, równań zupełnych, z zastosowaniem metody mnożnika. Rozwiązywanie równań liniowych wyższych rzędów metodą przewidywania i uzmienniania stałych.

9. Zagadnienie Sturm-Liouvillea. Rozwiązywanie zadań dotyczących szeregów ortogonalnych i szczególnych przypadków równania S-L.

10. Równania różniczkowe cząstkowe 1-szego rzędu. Rozwiązywanie równań liniowych i quasi-liniowych metodą charakterystyk

11. Równania różniczkowe cząstkowe 2-go rzędu. Wyznaczanie krzywych charakterystyk i sprowadzanie równań liniowych do postaci kanonicznej.

12. Równania fizyki matematycznej. Rozwiązywanie zadań dotyczących funkcji harmonicznych. Wyznaczanie funkcji Greena i rozwiązywanie równań metodą funkcji Greena. Rozwiązywanie równań metodą Fouriera.

13. Transformacja Fouriera i jej zastosowania. Rozwiązywanie równań z zastosowaniem transformaty Fouriera.

Wykaz literatury

A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć (zdania egzaminu):

A.1. wykorzystywana na zajęciach

- F.W. Byron, R.W. Fuller, Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej, PWN 1974.
- F. Leja, Rachunek różniczkowy i całkowy, Wydawnictwo Naukowe PWN 2012,
- H. Marcinkowska, Wstęp do teorii równań różniczkowych cząstkowych, PWN 1972.

A.2. studiowana samodzielnie przez studenta

- W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona, PWN 1998.
- W. A. Majewski, Matematyczne metody fizyki, Wydawnictwo UG 1989.
- L. Schwartz, Metody matematyczne w fizyce, PWN 1984.

B. Literatura uzupełniająca

- G. Łysik, Równania różniczkowe cząstkowe, Akademia Świętokrzyska, Kielce 2007, <http://www.impan.pl/~lysik/Skrypt07.pdf>
- A. Lenda, B. Spisak, Wybrane rozdziały matematycznych metod fizyki. Rozwiązane problemy, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2006, <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty3/0366/lenda-spisak.pdf>

Efekty kształcenia

(obszarowe i kierunkowe)

[Kod efektu kształcenia dla modułu, odniesienie do efektów kształcenia dla kierunku (stopień realizacji)] Opis efektu kształcenia; sposób weryfikacji

Wiedza

1. [W_1, K_W01+++] Dysponuje uporządkowaną wiedzą z zakresu matematyki, fizyki, chemii, biologii i ekologii niezbędną dla zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w środowisku wodnym (treści programowe:

- A.1 – A.14); egzamin pisemny
2. [W_2, K_W05+++] Zna matematyczne i statystyczne metody badawcze właściwe dla oceanografii (treści programowe: A.4 – A.6, A.8 – A14); egzamin pisemny
 3. [W_3, K_W06+] W interpretacji zjawisk i procesów przyrodniczych zachodzących w morzach i oceanach opiera się na podstawach empirycznych, rozumiejąc w pełni znaczenie metod matematycznych i statystycznych (treści programowe: A.8, A.13); egzamin pisemny
 4. [W_4, K_W08++] Zna i rozumie podstawowe zagadnienia/problemy badawcze z zakresu oceanografii; jest świadomy powiązań między nimi oraz powiązań z innymi dyscyplinami przyrodniczymi (treści programowe: A8, A13);
 5. egzamin pisemny
 6. [W_5, K_W12+] Wykazuje znajomość podstawowych narzędzi statystycznych pozwalających na opisywanie środowiska wodnego oraz interpretowanie danych dotyczących zjawisk i procesów w nim zachodzących (treści programowe: A8, A13); egzamin pisemny
 7. [W_6, K_W13+] Zna i potrafi dokonać wyboru odpowiednich narzędzi informatycznych w celu tworzenia i korzystania ze zbiorów danych oraz interpretacji podstawowych formuł matematycznych, a także dokonywania obliczeń do opisu zjawisk zachodzących w środowisku morskim (treści programowe: A8);

Umiejętności

1. [U_1, K_U10+++] Potrafi posługiwać się podstawowymi matematycznymi i statystycznymi metodami do analizy danych i opisu zjawisk i procesów zachodzących w środowisku morskim (treści programowe: B.1 – B.13); kolokwia pisemne
2. [U_2, K_U07++] Pod kierunkiem opiekuna naukowego potrafi wykonać podstawowe zadania badawcze w zakresie analizy środowiska wodnego przy użyciu właściwych metod opisu i identyfikacji (treści programowe: B.8 – B.12); samodzielne opracowanie problemu
3. [U_2, K_U08++] Umie samodzielnie zdobywać wiedzę, by rozwijać swoje umiejętności badawcze, kierując się wskazówkami opiekuna naukowego (treści programowe: B.8 – B.12); samodzielne opracowanie problemu
4. [U_3, K_U09++] Potrafi analizować proste informacje dotyczące środowiska wodnego uzyskane w trakcie badań w celu tworzenia zarysu opracowań naukowych pod kierunkiem opiekuna naukowego (treści programowe: B.8 – B.12); samodzielne opracowanie problemu
5. [U_4, K_U13] Posiada umiejętność poprawnego wnioskowania na podstawie danych pochodzących z różnych źródeł (treści programowe: B.1 – B.12); kolokwia pisemne

Kompetencje społeczne (postawy)

Kontakt

matmm@univ.gda.pl