

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć: Nieliniowe Modele Zjawisk Transportu ()

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: AMAT-2-118-MN-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Matematyki Stosowanej

Kierunek: Matematyka Specjalność: Matematyka w naukach technicznych i przyrodniczych

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr hab. Vladimirov Vsevolod (vladimir@mat.agh.edu.pl)

**Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć**

Modele nieliniowe. Zastosowania równań różniczkowych w zjawiskach transportu.

**Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć**

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Rozumie rolę zagadnień samopodobnych w nieliniowych modelach typu parabolicznego. Zna mechanizm powstania chaosu deterministycznego w modelu termokonwekcji.	MAT2A_W08, MAT2A_W04	Odpowiedź ustna, Kolokwium
M_W002	Zna podstawy teorii wymiarów i podobieństwa. Wie co to są zagadnienia samopodobne. Zna przykłady zupełnie całkowalnych modeli nieliniowych.	MAT2A_W07, MAT2A_W06, MAT2A_W04	Odpowiedź ustna, Kolokwium
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Umie sprowadzić model do postaci bezwymiarowej. Potrafi wykorzystać teorie wymiarów do uproszczenia modelu.	MAT2A_U01	Odpowiedź ustna, Kolokwium

M_U002	Umie stosować podstawowe narzędzia analizy jakościowej do badania zagadnień bifurkacyjnych, w szczególności do powstania cyklu granicznego.	MAT2A_U15, MAT2A_U13	Odpowiedź ustna, Kolokwium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Rozumie znaczenie przejścia do postaci bezwymiarowej pod czas konstrukcji modelu oraz obróbce danych eksperymentalnych. Orientuje się w istnieniu modeli „miękkich” i „sztywnych”	MAT2A_K01, MAT2A_K05, MAT2A_K07	Aktywność na zajęciach

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Rozumie rolę zagadnień samopodobnych w nieliniowych modelach typu parabolicznego. Zna mechanizm powstania chaosu deterministycznego w modelu termokonwekcji.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Zna podstawy teorii wymiarów i podobieństwa. Wie co to są zagadnienia samopodobne. Zna przykłady zupełnie całkowalnych modeli nieliniowych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie sprowadzić model do postaci bezwymiarowej. Potrafi wykorzystać teorie wymiarów do uproszczenia modelu.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Umie stosować podstawowe narzędzia analizy jakościowej do badana zagadnień bifurkacyjnych , w szczególności do powstania cyklu granicznego.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Rozumie znaczenie przejścia do postaci bezwymiarowej pod czas konstrukcji modelu oraz obróbce danych eksperymentalnych. Orientuje się w istnieniu modeli „miękkich” i „sztywnych”	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	40 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	112 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

1. Teoria wymiarów i podobieństwa. Twierdzenie Pi Buckinghama. Przykłady zastosowań w klasycznej teorii wymiarów. Dowód twierdzenia Pitagorasa.
2. Zagadnienia samopodobne w teorii równań cząstkowych. Ściśle rozwiązywalny model wybuchu cieplnego.
3. Rozwiązania typu fali biegnącej. Inne modele nieliniowe. Asymptotyki pośrednie.
4. Wybuchy cieplne w nieliniowych modelach transportu. Rozwiązania dokładne. Efekt lokalizacji.
5. Zagadnienie Dirichleta: efekt pełnej lokalizacji energii cieplnej i rozwiązania typu "blow-up."
6. Transport w ośrodkach aktywnych. Różne typy rozwiązań wybuchających.
7. Zasada maksimum i twierdzenia porównawcze. Rola rozwiązań samopodobnych.

8. Nieliniowe równania falowe: model Eulera i model Burgersa.
9. Tworzenie się fali uderzeniowej. Rola lepkości. Przekształcenie Cole-Hopfa.
10. Pełny opis rozwiązań równania Burgersa. Nieliniowy analog zasady superpozycji.
11. Teoria "płytkiej wody" i równanie Kortewega-de Vriesa (KdV). Związek z innymi modelami fizycznymi.
12. Przekształcenie Hiroty. Rozwiązania jedno- i dwusolitonowe.
13. Istnienie "strefy solitonowej" w zbiorze danych Cauchy'ego. Eksperymenty numeryczne.
14. Modele sztywne i miękkie
15. Model ofiara-drapieżnik.
16. Geneza modelu Lorenza. Analiza jakościowa i numeryczna modelu Lorenza.

### **Ćwiczenia audytoryjne**

Program ćwiczeń pokrywa się z programem wykładów

Rozwiązywanie problemów (głównie związanych z zagadnieniami praktycznymi) ilustrujących treści przekazywanych na kolejnych wykładach

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Wykład jest klasycznym wykładem tablicowym. Mile widziana aktywność studentów podczas wykładu – np. zadawanie pytań wykładowcy.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

dwa zaliczenia poprawkowe

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

1. Ocena końcowa **OK**. jest oceną zaliczenia ćwiczeń.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Student powinien zgłosić się do prowadzącego w celu ustalenia indywidualnego sposobu nadrobienia zaległości.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. G. Barenblatt, *Similarity, Self-Similarity and Intermediate Asymptotics*, Cambridge Univ. Press, 1985.
2. L. Debnath, *Nonlinear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers*, Birkhauser, Boston, 2005.
3. R. Dodd, J. Ejlbeck, J. Gibbon, H. Morris, *Solitons and Nonlinear Wave Equations*, Academic Press, London, 1985.
4. D. Dubin, *Numerical and Analytical Methods for Scientists and Engineers Using Mathematica*, Wiley, New Jersey, 2003.
5. N. Karlov, N. Kirichenko, *Kolebanija, Volny, Struktury*, Nauka, Moskwa, 2006 (in Russian).
6. A. Samarskii, V. Galaktionov, S. Kurdiunov, A. Mikhailov, *Blow-up Regimes in Quasilinear Parabolic Equations*, Academic Press, London, 1994.
7. A. Samarskii, A. Mikhailov, *Principles of Mathematical Modelling: Ideas, Methods, Examples*, Taylor & Francis, 2002.
8. A. Scott, *Nonlinear Science*, Oxford Univ. Press, 2003.
9. G. Witham, *Linear and Nonlinear Waves*, Wiley, NY, 1974.

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

- 1) Linearizability and nonlocal superposition for nonlinear transport equation with memory / W. Rzeszut, O. Tertyshnyk, V. Tychynin, V. VLADIMIROV // Reports on Mathematical Physics ; ISSN 0034-4877. — 2013 vol. 72 no. 2, s. 235-252.
- 2) On the stability of kink-like and soliton-like solutions of the generalized convection-reaction-diffusion equation / V.A.VLADIMIROV, Cz. MAĆZKA // Reports on Mathematical Physics ; ISSN 0034-4877. — 2012 vol. 70 no. 3, s. 313-329.  
DOI
- 3) On the non-local hydrodynamic-type system and its soliton-like solutions / V.A. VLADIMIROV, E.V. KUTAFINA, B. Zorychta // Journal of Physics. A, Mathematical and Theoretical ; ISSN 1751-8113. — 2012 vol. 45 no. 8, s. 085210-1-085210-12.
- 4) Lie-Bäcklund symmetry reduction of nonlinear and non-evolution equations / Ivan TSYFRA, Wojciech Rzeszut // W: Sučasni naukovo-metodični problemi matematiki u višij školij : mižnarodna naukovo-metodična konferencija : 21-22 června 2018 r., Kiiv = Modern scientific and methodical issues of mathematics in higher school : international scientific and methodical conference : 21 to 22 June 2018, Kyiv / Míništerstvo Osviti í Nauki Ukraïni, Nacional'nij Universitet Harčovih Tehnologij, Nacional'nij Pedagogičnij Univeršitet ímení M.P. Dragomanova. — Kiiv : NUHT, 2018. — S. 12-13.
- 5) Lie-Bäcklund symmetries of nonlinear ODEs and solutions of nonlinear evolution PDEs / Wojciech Rzeszut, Ivan TSYFRA // W: Mathematics in technical and natural sciences : 15<sup>th</sup> conference : Kościelisko, 17<sup>th</sup>-22<sup>nd</sup> September 2017.
- 6) Generalized symmetry method and construction of nonclassical (non-invariant) solutions to nonlinear mathematical physics equations / Ivan TSYFRA // W: Mathematics in technical and natural sciences : 15<sup>th</sup> conference : Kościelisko, 17<sup>th</sup>-22<sup>nd</sup> September 2017.
- 7) Conditional symmetry and reduction of nonlinear differential equations / Ivan TSYFRA // W: Mathematics in technical and natural sciences : 15<sup>th</sup> conference : Kościelisko, 17<sup>th</sup>-22<sup>nd</sup> September 2017. — [Kościelisko : s.n.], [2017]. — S. [1]

**Informacje dodatkowe**

Brak